

Sérgio Bruno Antunes Selores Ramos

**Maturação Biológica, Aptidão Física e Seleção Desportiva no
Basquetebol**

Orientador: Professor Doutor Luís Miguel Rosado da Cunha Massuça

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2020

Sérgio Bruno Antunes Selores Ramos

Maturação Biológica, Aptidão Física e Seleção Desportiva no Basquetebol

Tese de doutoramento defendida em provas públicas para a obtenção do grau de Doutor em Educação Física e Desporto, na Especialidade de Didática da Educação Física e Desporto, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, com o Despacho Nº 26/2020, com a seguinte composição de Júri:

Presidente: Prof. Doutor Jorge dos Santos Proença Martins, por delegação do Reitor da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias;

Vogais: Prof. Doutor António João Labisa da Silva Palmeira, FEFD, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia;

Prof. Doutor Francisco Alberto Arruda Carreiro da Costa, FEFD, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia;

Prof. Doutor Hermínio Barreto, Professor Jubilado da Faculdade de Motricidade Humana;

Prof. Doutor João Alberto Valente dos Santos, FEFD, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia;

Prof.^a Doutora Lúcia Cristina da Fonseca Gomes, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia;

Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva, FCDEF, Universidade de Coimbra

Orientador: Prof. Doutor Luis Miguel Rosado da Cunha Massuça, FEFD, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia;

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2020

Ramos, S. (2019). *Biological maturation, physical fitness, sports selection process in youth basketball*. Tese para o grau de doutor em Educação Física e Desporto em Treino de jovens. Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, Portugal.

Agradecimentos

O presente trabalho de investigação foi possível devido ao generoso apoio, orientação e colaboração de várias pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a sua realização. Neste sentido, gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que o transformaram numa realidade:

Ao Professor Doutor Luís Massuça pelo seu contante apoio e encorajamento, pelos preciosos ensinamentos em momentos críticos e difíceis, pela sua preocupação contínua e pela capacidade que teve em desafiar-me e motivar-me perante as adversidades que foram surgindo ao longo do percurso. Estarei eternamente grato pela sua magnífica orientação e contará para sempre com a minha amizade.

À Professora Doutora Isabel Frago, pelos preciosos conselhos e pelo conhecimento que me ofereceu como coorientadora deste projeto de investigação. A sua simplicidade, cordialidade e generosidade foram extraordinários e inspiradores.

À Professora Doutora Anna Volossovitch e ao Professor Doutor António Paulo Ferreira pela sua colaboração, pelo apoio e conselhos que me brindaram, e pela disponibilidade que sempre demonstraram a todo o momento. Para mim foi um privilégio trabalhar com os dois e agradeço profundamente o precioso contributo e a vossa amizade.

Ao Professor Doutor João Valente dos Santos pela sua disponibilidade, colaboração e conhecimento que me transmitiu durante este trabalho de investigação. O seu contributo e ajuda foi decisiva para a realização do projeto.

Ao Professor Doutor Carlos Barrigas e à Mestre Lúcia pela sua colaboração na recolha de dados relativos à idade esquelética dos atletas.

Ao Sport Lisboa e Benfica, particularmente aos treinadores e atletas da secção de basquetebol que participaram neste projeto, pela sua colaboração na recolha de dados. Sem a prestável ajuda dos treinadores e sem a colaboração incondicional dos atletas este projeto de investigação não poderia ter sido realizado.

À Federação Portuguesa de Basquetebol, pela possibilidade oferecida em avaliar os melhores atletas nacionais. Às Associações Regionais, nomeadamente aos seus treinadores e atletas, pela sua colaboração e disponibilidade na recolha de dados, mesmo em condições de elevada ansiedade e pressão competitiva. O modo profissional e competente com que sempre colaboraram é de realçar e enaltecer.

E por fim,
À minha família;
À minha mãe;
Aos meus irmãos;
Às minhas filhas, Joana e Sofia;
À minha mulher, Sílvia.

Resumo

Na fase da adolescência, o processo de maturação tem uma enorme influência no desenvolvimento dos atributos morfo-funcionais que por sua vez são determinantes no rendimento desportivo e no processo de seleção de atletas. A presente tese tem como objetivo estudar a influência da maturação na variação dos atributos morfológicos e funcionais ao longo das diferentes etapas de formação desportiva do jovem basquetebolista, e a sua relevância no rendimento desportivo e na seleção de atletas de basquetebol.

A tese está organizada em três partes distintas. A Parte I procurou introduzir os conceitos fundamentais e estabelecer o objetivo geral da tese considerando matérias em torno do crescimento, maturação, morfologia, aptidão física, rendimento e seleção desportiva. Adicionalmente, é disponibilizada uma perspetiva geral sobre crescimento e desenvolvimento funcional em adolescentes masculinos. Esta secção inclui, ainda, uma descrição detalhada das amostras estudadas, bem como das metodologias utilizadas nos diversos estudos realizados. A Parte II desenvolve-se a partir dos estudos realizados e visa: (i) analisar a contribuição da maturação biológica, da morfologia e da aptidão física na seleção desportiva de jovens atletas de elite; (ii) identificar variáveis maturacionais, morfológicas e de aptidão física associadas ao rendimento coletivo das equipas; (iii) identificar variáveis maturacionais, morfológicas e de aptidão física associadas ao rendimento individual dos jogadores; e (iv) analisar a contribuição da maturação biológica nos atributos morfo-funcionais e no rendimento individual em jovens jogadores de basquetebol; (v) apresentar valores de referência relativos à morfologia e aptidão física de atletas de basquetebol do sexo masculino, tendo em consideração a sua idade cronológica e o estado maturacional dos atletas. A secção final, Parte III, compreende uma discussão geral, na qual os resultados dos diversos estudos são sumariados e contextualizados considerando igualmente as suas implicações.

A análise dos principais resultados dos estudos realizados mostra que: (i) o semestre de nascimento, a maturação, as dimensões corporais e a aptidão física são fatores influentes no processo de seleção dos atletas masculinos que integram as principais equipas dos clubes, sendo que a altura, a resistência abdominal (nas categorias de sub-14 e sub-16), a capacidade aeróbia (nos sub-14), e a agilidade (nos sub-16), são os atributos discriminantes de acordo com o nível das equipas; (ii) a velocidade, a agilidade e a força explosiva dos membros superiores são importantes atributos no rendimento coletivo das equipas sub-14, sendo que

a velocidade, nos rapazes, e a força explosiva dos membros superiores e a velocidade, nas raparigas, são atributos discriminantes de acordo com a classificação das equipas; (iii) na categoria de sub-14 masculino, as dimensões corporais, a força dos membros inferiores e superiores, a velocidade e a agilidade estão correlacionadas com o rendimento individual dos jogadores sendo que altura, a força de preensão manual, a agilidade e a potência de salto no countermovement jump com balanço de braços, são os preditores do rendimento; (iv) na categoria de sub-14 feminino, os anos de prática, o tempo de prática, a idade cronológica, a maturação, as dimensões corporais, a potência dos membros inferiores e a distância alcançada no lançamento da bola medicinal estão correlacionadas com o rendimento individual das jogadoras sendo a maturação, os anos de prática e a agilidade, os preditores do rendimento; (v) a maturação influencia os atributos morfológicos e de aptidão física (particularmente os relacionados com a força) mas não influencia significativamente as principais variáveis de rendimento (i.e., pontos e PIR por jogo e minuto), apresentando apenas um efeito mínimo nos ressaltos ganhos por jogo; e (vi) os valores normativos dos atributos morfo-funcionais dos jovens basquetebolistas, de acordo com a idade e o estado maturacional, permitem uma melhor interpretação e contextualização do desempenho dos atletas.

Em suma, os resultados desta tese destacam a relevância dos atributos morfo-funcionais no processo de seleção de jogadores para as equipas de elite e no rendimento desportivo de jovens basquetebolistas de elite do sexo masculino e feminino.

Palavras-chave: Adolescência · Jovens Atletas · Crescimento · Maturação Biológica · Morfologia · Aptidão Física · Seleção · rendimento · valores de referência

Abstract

During adolescence, maturation has a high impact on the development of morpho-functional attributes, which are essential for the sports selection process and athletic performance. This Thesis aims to study the influence of maturation on the variability of morphological and functional attributes of young basketball players, over different stages of their sports training career and its relevance to sports performance and the selection of athletes

The Thesis is organized into three distinct parts. Part I introduces the fundamental concepts, considering issues, such as growth, maturation, morphology, physical fitness, performance and sports selection and establishes the general objective of the Thesis. Additionally, an overview of growth and functional development of male adolescents is present. This section also includes a detailed description of the samples studied, as well as the methodologies used in the various studies carried out. Part II develops from the studies carried out and aims to: (i) analyze the contribution of biological maturation, morphology and physical fitness in the sports selection of young elite athletes; (ii) identify maturational, morphological and physical fitness variables associated with the team's performance; (iii) identify maturational, morphological and physical fitness variables associated with individual player performance; (iv) analyze the contribution of different measures of biological maturation in morpho-functional attributes and individual performance in young basketball players; and (v) current reference values related to morphology and physical fitness of male basketball athletes, taking into account their chronological age and maturational status. The final section, Part III, comprises a general discussion, in which the results of the various studies are summarized and contextualized also addressing their implications.

When analyzing the main results, the studies show that: (i) the semester of birth, maturation, body dimensions and physical fitness are important factors for the selecting process of male athletes of the main club teams and; height, abdominal resistance (on the under-14 and under-16 categories), aerobic capacity (on the under-14), and agility (on the under-16), are the discriminating attributes according to their team level; (ii) speed, agility and explosive strength of the upper limbs are important attributes in the under-14 team's performance, and the speed, in boys, and the explosive strength of the upper limbs and speed in girls are discriminating attributes according to the team's classification; (iii) in the males, body dimensions, lower and upper limb strength, speed and agility are correlated with the

individual performance of under-14 players and height, manual grip strength, agility and jumping power in countermovement jump with arm balance, are the predictors of individual performance; (iv) in females, years of practice, practice time, chronological age, maturation, body dimensions, lower limb power and distance reached in the medicinal ball throw are correlated with player performance, and maturation, years of practice and agility are the predictors of individual performance; (v) maturation influences morphological and physical fitness attributes (particularly those related to strength) but do not have a significant influence on the main performance variables (i.e., points and PIR per game and minute), showing a minimal effect on the rebounds won per game; and (vi) the normative values of the morpho-functional attributes of young basketball players, according to age and maturational state, allow a better interpretation and contextualization of the athletes' performance.

In summary, the results of this Thesis highlight the relevance of morpho-functional attributes, in the process of players' selection in elite teams and in sport performance of young elite male and female basketball players.

Keywords: Adolescence · Young Athletes · Growth · Biological Maturation · Morphology · Physical Fitness · Selection · Performance · Reference Values

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	XI
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I.....	3
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
1.1. Talento desportivo.....	5
1.2. Identificação, Seleção e Desenvolvimento do Talento.....	6
1.3. Crescimento, Maturação e Desenvolvimento	8
1.4. Maturação Biológica	11
1.4.1. Maturação Sexual.....	11
1.4.2. Maturação Óssea	12
1.4.3. Maturação Somática	14
1.5. Maturação, Desenvolvimento Motor, Rendimento e Seleção Desportiva	15
1.6. Atributos relevantes no Basquetebol	22
1.6.1. Atributos Morfológicos	23
1.6.2. Capacidade Aeróbia e Anaeróbia	26
1.6.3. Velocidade e Agilidade	30
1.6.4. Força	33
1.7. Pertinência e Objetivos da Tese.....	35
1.8. Referências Bibliográficas	37
CAPÍTULO II	49
MÉTODO.....	49
2.1. Participantes.....	51
2.2. Variáveis, métodos e instrumentos de avaliação	52
2.3.1. Avaliação Morfológica	52
2.3.2. Avaliação da Aptidão Física.....	53
2.3.3. Avaliação da Idade e Maturação	59
2.3.4. Avaliação do Rendimento Desportivo	61
2.4. Análise estatística	61
2.5. Referências Bibliográficas	62
CAPÍTULO III.....	65
ESTUDO I	65
Estudo I.....	67

Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy	67
3.1. ABSTRACT.....	69
3.2. INTRODUCTION.....	69
3.3. METHODS.....	71
3.4. RESULTS.....	76
3.5. DISCUSSION.....	79
3.6. REFERENCES.....	83
 CAPÍTULO IV	 89
 ESTUDO II.....	 89
 Estudo II	 91
 Differences in maturity, morphological and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese regional basketball teams.....	 91
4.1. ABSTRACT.....	93
4.2. INTRODUCTION.....	93
4.3. METHODS.....	95
4.4. RESULTS.....	101
4.5. DISCUSSION.....	105
4.6. PRACTICAL APPLICATIONS.....	109
4.7. REFERENCES.....	110
 CAPÍTULO V.....	 115
 ESTUDO III	 115
 Estudo III.....	 117
 Training experience, maturational, morphological and fitness attributes as individual performance predictors in male and female Under-14 Portuguese elite basketball players	 117
5.1. ABSTRACT.....	119
5.2. INTRODUCTION.....	120
5.3. METHODS.....	121
5.4. RESULTS.....	124
5.5. DISCUSSION.....	130
5.6. PRACTICAL APLICATIONS.....	133
5.7. REFERENCES.....	134
 CAPÍTULO VI.....	 137
 ESTUDO IV	 137
 Estudo IV	 139

The effect of maturational status-related variation in physical fitness attributes and individual game performance of male adolescent Portuguese basketball players using a new cut-off value of age at peak height velocity	139
6.1. ABSTRACT.....	141
6.2. INTRODUCTION.....	142
6.3. METHOD.....	144
6.4. RESULTS.....	149
6.5. DISCUSSION.....	156
6.6. CONCLUSIONS.....	160
6.7. PRACTICAL IMPLICATIONS.....	160
6.8. REFERENCES.....	161
 CAPÍTULO VII.....	 167
 ESTUDO V.....	 167
 Estudo V.....	 169
 Morphological and fitness attributes in youth Portuguese basketball players: normative values according to age and biological maturation	 169
7.1. ABSTRACT.....	171
7.2. INTRODUCTION.....	171
7.3. METHODS.....	173
7.3.1. Experimental approach to the Problem	173
7.3.2. Participants.....	173
7.3.3. Procedures	174
7.3.4. Statistical Analysis.....	176
7.4. RESULTS.....	176
7.5. DISCUSSION.....	183
7.6. PRACTICAL APLICATIONS.....	186
7.7. REFERENCES.....	187
 CAPÍTULO VIII	 191
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 191
8.1. Discussão geral	193
8.2. Conclusões finais	201
8.3. Limitações e Recomendações.....	202
8.4. Recomendações e Sugestões para os Treinadores	203
8.5. Referências Bibliográficas	205

Índice de Tabelas

Tabela 2.1. Caraterísticas básicas de cada estudo	52
Tabela 2.2. Análise estatística utilizada em cada estudo	62
Tabela 3.1. Biological maturity, morphological and fitness attributes of U-14 and U-16, team A and team B, from a European elite basketball academy	78
Tabela 3.2. Summary of standardized canonical discriminant function coefficients, eigenvalues, variance and correct classification cases in U-14 and U-16 selection processes from a European elite basketball academy	79
Tabela 4.1. Descriptive statistics and comparison by ANOVA of differences in maturational parameters, morphological, fitness characteristics and training experience between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the male U-14 Portuguese National Basketball Championship.....	102
Tabela 4.2. Descriptive statistics and comparison by ANOVA of differences in maturational parameters, morphological, fitness characteristics and training experience between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the female U-14 Portuguese National Basketball Championship	103
Tabela 4.3. Adjusted descriptive statistics and comparison by MANCOVA (practice experience as covariant) of differences in morphological and fitness characteristics between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the male U-14 Portuguese National Basketball Championship	104
Tabela 4.4. Summary of standardized canonical discriminant function coefficients, eigenvalues and correct classification cases for male (finalists) and female (semi-finalists) and lower-ranked regional teams played in the Men's and Women's under-14 Portuguese National Basketball Championship in 2015-2016 season.....	104
Tabela 5.1. Descriptive statistics in training experience, maturational parameters, morphological and fitness characteristics, and performance-related indicators of the male and female players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams	125
Tabela 5.2. Correlation of performance-related indicators with training experience, maturational, morphological and fitness parameters of the male players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams	127
Tabela 5.3. Correlation of performance-related indicators with training experience, maturational, morphological and fitness parameters of the female players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams.....	128

Tabela 5.4. Multiple regression models showing predictor variables for performance of male players	129
Tabela 5.5. Multiple regression models showing predictor variables for performance of female players	129
Tabela 6.1. Descriptive statistics and results of independent samples t tests to evaluate the effect of chronological age in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics	152
Tabela 6.2. Descriptive statistics and results of independent samples t test to evaluate the effect of maturity groups (APHV=13.81) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics	153
Tabela 6.3. Descriptive statistics and results of Kruskal-Wallis tests to evaluate the effect of maturity groups (APHV=13.45) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics	154
Tabela 6.4. Descriptive statistics and results of Kruskal-Wallis tests to evaluate the effect of maturity group (APHV=13.30) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics	155
Tabela 7.1. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) for training experience, maturational parameters, morphological and fitness characteristics of U-14 and U-16 male players participated in the U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams	177
Tabela 7.2. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) and reference values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for morphology of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status	178
Tabela 7.3. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) and reference values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for fitness of young Portuguese male basketball players, according to their age and maturity status	179

Índice de Figuras

Figura 2.1. Teste de sprint em 20-m	54
Figura 2.2. Teste-T	55
Figura 2.3. Lançamento da bola medicinal de 2-Kg.....	56
Figura 2.4. Teste de preensão manual ou “ <i>Hand Grip Test</i> ”	57
Figura 2.5. Teste abdominais em 1 minuto	57
Figura 2.6. Yo-Yo Intermittent Recovery Test	58
Figura 2.7. Teste do suicídio ou “ <i>Line Drill Test</i> ”	59
Figura 3.1. Distribution of player’s birth semesters of Team A and Team B players in U-14 and U-16 categories.....	77
Figura 6.1. Distribution of the ages at which the evaluations were self-reported and performed (cohorts), and frequency of cases by age	145
Figura 6.2. Smooth distance curve (height estimates), velocity curve (first derivate of the fitted function) indicating age at peak height velocity (APHV), and parameter estimates according to Preece-Baines model I.	150
Figura 7.1. References values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for body mass, stature and arm span of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.....	180
Figura 7.2. References values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for speed and agility of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.....	181
Figura 7.3. References values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for CMJ and CMJ-S height of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.....	182
Figura 7.4. References values (25 th , 50 th and 75 th percentiles) for MBT and HG strength of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.....	183

Índice de Abreviaturas

ALT: Altura ou estatura

ApF: Aptidão Física

ATP: Adenosina Trifosfato

CAn: Capacidade Anaeróbia

CMJ: Countermovement Jump

DJ: Drop Jump

DTDta: Drop Jump com perna Direita

DJEsq: Drop Jump com perna Esquerda

GML: Prega adiposa Geminal

I: valor de Intercept

IC: Idade Cronológica

IDT: Identificação e Desenvolvimento do Talento

IMC: Índice de Massa Corporal

IO: Idade Óssea

IR1: Intermitent Recovery 1

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry

LD: Line Drill

MG: Massa Gorda

MLG: Massa Livre de Gordura

NBA: National Basketball Association

NCAA: National Collegiate Athletic Association

P: Peso ou massa corporal

PAn: Potência Anaeróbia

PCr: Fosfocreatina

PVA: Pico de Velocidade em altura

SBS: Prega adiposa Subscapular

SJ: Squat Jump

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

TRI: Prega adiposa Tricipital

TW3: Método de Tanner-Whitehouse III

TT: Teste –T

V(ponto)O₂ máx: Consumo Máximo de Oxigénio por unidade de tempo

YPDM: Youth Physical Development Model

YYIR1: Yo-Yo Intermittent Recovery Test, Level 1

5JT: 5 Jump Test (Teste de 5 Saltos Horizontais)

%MG: Percentagem de Massa Gorda

%MLG: Percentagem de Massa Livre de Gordura

INTRODUÇÃO GERAL

O talento constitui um dos elementos fundamentais para aceder à expertise desportiva, e a sua identificação e desenvolvimento assumem um papel crucial na busca da excelência desportiva (Vaeyens, Gullich, Warr, & Philippaerts, 2009). O principal objetivo do processo de identificação e seleção do talento desportivo é de reconhecer quais os jovens mais aptos ou aqueles que têm maiores potencialidades para atingir, no futuro, um elevado nível de rendimento numa determinada modalidade (Johnston, Wattie, Schorer, & Baker, 2018; Williams & Reilly, 2000). A identificação precoce do talento possibilita que esses atletas recebam o necessário treino especializado de modo a acelerar o seu processo de desenvolvimento desportivo (Johnston et al., 2018; Williams & Reilly, 2000).

No entanto, o processo de identificação e seleção do talento desportivo, especialmente nos desportos coletivos, torna-se numa tarefa complexa na medida que o talento pode ser influenciado por diversos fatores (e.g., físicos, fisiológicos, técnico-táticos, psicológicos e sociais) sendo que a excelência desportiva pode ser alcançada através de diferentes interações das variáveis atrás mencionadas (Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008). Apesar da complexidade da tarefa, é possível identificar nos atletas de elite (aqueles selecionados para as melhores equipas), certos atributos que mais diretamente estão associados ao sucesso nas diferentes modalidades desportivas.

O basquetebol é um desporto de equipa dinâmico e complexo que combina estruturas de movimento explosivas (e.g.: sprints curtos, travagens bruscas, rápidas mudanças de direção, acelerações constantes e saltos verticais) com diferentes habilidades técnicas, como o drible, o passe ou o lançamento (Erčulj, Blas, & Bracic, 2010). Estas características determinam um padrão de ações motoras intermitentes, dinâmicas e complexas, requerendo aos jogadores elevadas habilidades motoras, coordenativas, técnicas e elevado conhecimento tático e estratégico (Trninic & Dizdar, 2000). De facto, os atributos físicos (morfológicos e fisiológicos) assumem enorme relevância no rendimento desportivo e no sucesso no basquetebol (Drinkwater, Pyne, & Mckenna, 2008; Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006), embora não se possa ignorar a preponderância dos fatores psicológicos na excelência desportiva (Phillips, Davids, Renshaw, & Portus, 2010).

A grande variabilidade dos processos de crescimento e maturação dos jovens, e a sua influência no desempenho motor e no rendimento desportivo (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004), impelem a que a investigação científica na área do talento desportivo, particularmente

no estudo dos atributos morfo-funcionais, utilize desenhos longitudinais (Bailey, Collins, Ford, MacNamara, Toms, & Pearce, 2010; Johnston et al., 2018) que possibilitem perceber a magnitude das transformações ocorridas nas diferentes etapas e a sua influência na seleção dos atletas para as equipas de elite. No entanto, a grande maioria dos estudos na área do talento desportivo e utilizam desenhos transversais que possibilitam observar as diferenças num determinado momento, mas são incapazes de analisar como (i) os diferentes atributos evoluem ao longo do processo de formação desportiva do jovem atleta, e (ii) a maturação influencia essas transformações, o rendimento desportivo e o processo de seleção dos atletas.

Face ao exposto, a presente tese pretende estudar a influência da maturação na variação dos atributos morfológicos e funcionais ao longo das diferentes etapas de formação desportiva do jovem basquetebolista, e a sua relevância no rendimento desportivo e na seleção de atletas para as equipas de elite.

CAPÍTULO I

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo visa apresentar os conceitos fundamentais sobre os temas centrais da tese considerando matérias em torno do crescimento, maturação, morfologia, aptidão física, rendimento e seleção desportiva em jovens basquetebolistas. Inicialmente serão apresentados os conceitos de talento e das diferentes etapas do processo de identificação e seleção do talento desportivo. Em seguida, será disponibilizada uma perspetiva geral sobre os conceitos de crescimento e maturação biológica e seus respetivos métodos de avaliação (sexual, óssea e somática). Adicionalmente será aprofundado a influência da maturação na variação dos atributos morfo-funcionais ao longo do processo de formação desportiva e a sua relevância no rendimento desportivo e no processo de seleção de jovens atletas. Em continuação, serão apresentados os atributos morfológicos e de aptidão física relevantes para o sucesso no basquetebol. Por último, serão apresentados os objetivos e a pertinência da tese.

1.1. Talento desportivo

Tendo em conta a relevância do talento desportivo, como fator determinante na excelência desportiva no alto rendimento, importa clarificar o significado atribuído à palavra talento, ou por outras palavras, como podemos definir um atleta talentoso.

Durante algum tempo, na comunidade científica, perpetuou-se o debate sobre a influência dos fatores biológicos e dos fatores ambientais no desenvolvimento do talento desportivo (Cobley, Shorer, & Baker, 2012; Davids & Baker, 2007) e, se o talento desportivo seria algo inato, ou pelo contrário, algo resultante de aprendizagens contínuas decorrentes das experiências práticas dos indivíduos (Erickson, 2007; Klissouras, Geladas, & Koskolou, 2007). Os defensores do determinismo biológico afirmavam que os resultados de excelência resultavam sobretudo do material genético dos atletas, enquanto os defensores da perspetiva ambientalista asseguravam a importância do envolvimento no desenvolvimento da expertise (Cobley et al., 2012; Davids & Baker, 2007). Independentemente do grau de contribuição da genética ou dos fatores ambientais para o talento desportivo, o seu desenvolvimento resulta da interação dinâmica destes dois fatores, que juntamente com as oportunidades oferecidas (i.e., condições de prática, competência dos treinadores) determinam (i) o grau de adaptabilidade ao treino e à competição (Davids & Baker, 2007); e (ii) o desenvolvimento do talento desportivo (Cobley et al., 2012).

O talento é composto pelas características individuais (herdadas e adquiridas) em interação com os fatores culturais e sociais, destacando a importância da personalidade (e.g.: motivação, compromisso, disciplina), da educação, do envolvimento social e da interação familiar, como elementos essenciais no talento desportivo (Csikszentmihalyi, Rathunde, & Whalen, 1997). Um indivíduo talentoso possui um conjunto singular de características, parte delas herdadas geneticamente e outra parte adquiridas através das vivências diárias, que manifestam um potencial desenvolvimento desportivo e predizem um rendimento excecional na idade adulta (Vaeyens et al., 2008). Este conjunto de qualidades são específicas de um determinado domínio (Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer, 1993; Howe, Davidson, & Sloboda, 1998) e, no caso do desporto, variam consoante os diferentes contextos desportivos (Cobley et al., 2012).

O talento pode ser interpretado como a transformação de habilidades naturais excecionais (atributos ou dádivas), em capacidades extraordinárias sistematicamente desenvolvidas que definem a expertise num determinado domínio ou área profissional (Gagné, 2004). Assim, um indivíduo talentoso é aquele que, através da prática sistemática e bem orientada, consegue transformar um conjunto de atributos (dádivas) inatos em capacidades e habilidades específicas que lhe permite realizar desempenhos excecionais.

Helsen, Hodges, Van Winckel e Starkes (2000) referem que um atleta com talento é aquele que, durante o treino e a competição, manifesta (i) um rendimento desportivo acima da média comparativamente com os seus pares, e (ii) possui o potencial para a obtenção de resultados de excelência no alto rendimento. Este potencial de desenvolvimento desportivo manifesta-se, desde idades precoces, através da presença de certos indicadores ou características nos jovens atletas que permitem, a indivíduos expertos e devidamente treinados, identificá-los (Johnston, Wattie, Schorer, & Baker, 2018; Williams & Reilly, 2000). Estes indicadores precoces de talento podem fornecer uma base sólida para identificar quais os indivíduos que estão mais ou menos propensos a ter sucesso numa etapa mais avançada da sua formação desportiva (Johnston et al., 2018).

1.2. Identificação, Seleção e Desenvolvimento do Talento

O processo de identificação, seleção e desenvolvimento de talento desportivo assume-se como uma área que procura dar contributos para que, federações, clubes e treinadores possam identificar, o mais cedo possível, o potencial talento e assegurem que esses atletas

recebam o necessário treino especializado que permita acelerar o seu processo de desenvolvimento (Reilly, Williams, Nevill, & Franks, 2000; Williams & Reilly, 2000). A identificação do talento em idades precoces permite direcionar os recursos disponíveis no desenvolvimento dos atletas que manifestem possuir um conjunto de características que antevejam um elevado rendimento desportivo nos níveis mais elevados de prática (Johnston et al., 2018; Vaeyens et al., 2008, 2009).

O processo de identificação e desenvolvimento do talento (IDT) comporta várias fases distintas, que vão desde a deteção, à identificação, à seleção e ao desenvolvimento do talento desportivo (Williams & Reilly, 2000; Vaeyens et al., 2008). O processo de deteção de talento refere-se à descoberta de potenciais praticantes que ainda não estão envolvidos na prática formal modalidade em questão, enquanto a identificação do talento refere-se ao processo de reconhecimento dos participantes que já praticam a modalidade e possuem o potencial para se tornarem jogadores de elite. Por outro lado, a seleção de talento envolve o processo contínuo de identificação e escolha dos atletas que, nas distintas etapas da formação desportiva, demonstram níveis superiores de desempenhos e que determina a sua inclusão numa equipa de elite. Por último o desenvolvimento de talento implica proporcionar aos atletas com elevado potencial um ambiente de aprendizagem ótimo de modo a que estes tenham oportunidade de desenvolver todo o seu potencial (Vaeyens et al., 2008).

Apesar da divergência entre alguns autores na definição das etapas (ver Unierzyski, 2006) que compõem o processo de identificação, seleção e desenvolvimento do talento, parece existir consenso na comunidade científica ao considerarem-se duas grandes etapas no percurso desportivo até à excelência, a identificação e o desenvolvimento do talento desportivo (Vaeyens et al., 2008). Destaca-se assim que (i) a identificação do talento é definida como o processo de reconhecimento dos praticantes com potencial para a excelência desportiva num desporto particular, enquanto (ii) o desenvolvimento do talento refere-se ao processo de proporcionar um ambiente de aprendizagem favorável para a efetivação do potencial dos atletas (Vaeyens et al., 2008). Assim, a identificação do talento pode ser interpretada como a fase de captação de novos praticantes para um determinado desporto, enquanto o processo de desenvolvimento do talento envolve a interação constante e contínua entre identificar e selecionar os mais aptos e com maior potencial integrando-os em programas específicos de desenvolvimento desportivo.

Apesar das aparentes vantagens dos programas de IDT, parece existir uma discrepância entre o que é proposto pela investigação científica nesta área do conhecimento e a realidade prática (Pankhurst, Collins, & MacNamara, 2013). A maioria dos estudos científicos, na área

da IDT, baseiam-se na avaliação e subsequente comparação dos atributos que contribuem para o rendimento desportivo entre atletas de idades ou níveis competitivos distintos (Johnston et al., 2018). O desenho metodológico preferencialmente utilizado é o estudo transversal, que parte do pressuposto de que características importantes de sucesso futuro podem ser extrapoladas a partir do desempenho dos indivíduos num determinado momento (Davids & Baker, 2007), ignorando alguns fatores importantes como a maturação ou o efeito da idade relativa (Johnston et al., 2018). No entanto, muitas das qualidades que distinguem o rendimento de excelência na idade adulta podem não ser evidentes até o final da adolescência (Vaeyens et al., 2008), e o desempenho inicial pode não estar associado ao sucesso futuro (Barreiros, Côté, & Fonseca, 2014).

Importa mencionar que o processo de IDT decorre ao longo de todo o processo de formação do jovem atleta, embora ocorra em grande escala durante a fase da adolescência (período de grandes transformações biológicas, cognitivas e emocionais) (Malina et al., 2004). O desafio para os cientistas que trabalham nesta área do conhecimento é a de identificar, para cada desporto, quais os atributos específicos que, avaliados na adolescência, permitam prever com eficiência o sucesso e a excelência desportiva na idade adulta. A grande variabilidade interindividual dos processos de crescimento e maturação que ocorre durante a puberdade, associada à natureza multifatorial do talento desportivo, implica que o processo de identificação e seleção dos atletas talentosos seja uma tarefa difícil e complexa (Johnston et al., 2018). Neste sentido, os especialistas do estudo da expertise desportiva consideram que os fatores determinantes na excelência desportiva devam ser analisados através de uma perspetiva holística e multidimensional (Vayens et al., 2008) que considere as possíveis interações entre os fatores biológicos (genéticos), ambientais e os associados ao indivíduo, particularmente os do domínio psicológico (Davids & Baker, 2007; Phillips et al., 2010) e do processo de crescimento e maturação (Malina, Rogol, Cummings, Coelho-e-Silva, & Figueiredo, 2015).

1.3. Crescimento, Maturação e Desenvolvimento

Durante as primeiras duas décadas de vida o crescimento, maturação e desenvolvimento dominam o quotidiano de crianças e adolescentes. Estes três processos ocorrem simultaneamente e interagem entre si durante os primeiros 20 anos da vida pós-natal (Malina et al., 2004). Contudo, estes processos apresentam características e significados distintos, na

medida que o crescimento e maturação são processos biológicos, enquanto o desenvolvimento é, em grande parte, um processo comportamental (Malina, 2014).

O crescimento é um incremento do tamanho do corpo ou das suas partes específicas, sendo que estas crescem em momentos e a ritmos distintos implicando alterações ao nível da proporcionalidade, composição e forma (Malina et al., 2004), enquanto a maturação é considerada como o percurso para o estado biologicamente maturo (Malina, 2014). Durante o processo de maturação as crianças e jovens diferem entre si no que respeita ao timing (quando) e ao tempo (taxa de progressão) de ocorrência de determinados eventos específicos, verificando-se grandes oscilações entre indivíduos relativamente ao momento em que atingem a maturidade biológica (Malina, 2014). Por sua vez, o desenvolvimento refere-se à evolução dos processos comportamentais, caracterizado pelo desenvolvimento de competências comportamentais em vários domínios (e.g., cognitivo, social, afetivo, moral), e também dos processos biológicos, caracterizados pelo aperfeiçoamento das funções orgânicas e celulares (Malina, 2014).

A altura (altura total ou estatura) e a massa corporal são as dimensões corporais mais frequentemente usadas para monitorizar o processo de crescimento de crianças e adolescentes (Malina, 2014). Nos rapazes, a altura e a massa corporal apresentam um aumento gradual durante a infância, assistindo-se a uma aceleração da taxa de crescimento em altura por volta dos 10/11 anos, período que marca o início do salto pubertário, até atingir um máximo de velocidade de crescimento por volta dos 14 anos (Malina, 2014; Malina & Koziel, 2014a). Nas raparigas, o aumento gradual da altura e da massa corporal ocorre por volta dos 9/10 anos, até atingir um máximo de velocidade de crescimento por volta dos 12 anos (Malina, 2014; Malina & Koziel, 2014). As raparigas, em média, iniciam o salto pubertário, atingem o pico de crescimento em altura e param de crescer cerca de 2 anos mais cedo que os rapazes (Malina, 2014; Malina et al., 2004). A massa corporal tem um crescimento similar ao da altura, embora o salto de crescimento aconteça ligeiramente depois do da altura (Malina et al., 2004). No entanto, ao contrário da altura, a massa corporal continua a aumentar até aos 20 anos de idade (Malina et al., 2004).

A composição corporal é a quantificação dos principais componentes do corpo humano, sendo que seu estudo pretende observar a variação na distribuição anatómica dos importantes componentes da massa corporal (e.g.: adiposa, muscular e óssea) nomeadamente à sua quantidade relativa ou absoluta nas diferentes regiões ou segmentos corporais (Vieira & Fragoso, 2006). As grandes oscilações interindividuais na composição corporal, que ocorrem durante o processo de crescimento, faz com que o seu estudo seja pertinente, nomeadamente

para os profissionais do treino desportivo, visto existir uma evidente relação entre a composição corporal e a capacidade funcional e as prestações motoras dos atletas (Malina, 2007; Vieira & Fragoso, 2006).

A massa corporal é, regularmente e simplisticamente, dividida em massa livre de gordura (MLG) e massa de gordura (MG). De acordo com Malina (2014) a massa livre de gordura (MLG) tem um padrão de crescimento similar ao da altura e da massa corporal, enquanto a massa gorda (MG) tem um crescimento mais gradual ao longo do processo de desenvolvimento dos indivíduos do sexo masculino (Malina, 2014). Durante o período de máximo crescimento em altura, os rapazes aumentam cerca de 14-kg em MLG e 1.5-kg em MG (Malina et al., 2004).

Na comparação entre géneros relativamente à MLG, as raparigas atingem mais cedo os valores na idade adulta, por volta dos 15 a 16 anos de idade, comparativamente com os rapazes, que são atingidos por volta dos 19 a 20 anos de idade (Malina, 2007). No entanto, durante a fase final da adolescência os rapazes apresentam, em média, 1.5 vezes mais MLG comparativamente com as raparigas (Malina, 2007; Malina et al., 2004). Estas diferenças devem-se sobretudo ao aumento da massa muscular e da altura durante o salto pubertário dos rapazes, que ocorre por volta dos 14 anos de idade. De facto, as diferenças entre sexos na MLG são mínimas na infância e no início da adolescência, mas aumentam significativamente após os 14 anos de idade (Malina, 2007; Malina et al., 2004).

Relativamente à MG, observa-se um aumento mais rápido nas raparigas que nos rapazes após a infância, sendo que na fase final da adolescência as raparigas apresentam, em média, 1.5 vezes mais MG que os rapazes (Malina et al., 2004). Nas raparigas, a MG aumenta ao longo da adolescência atingindo uma estagnação (ou um pequeno aumento) por volta do salto pubertário nos rapazes (entre os 13 e 15 anos). O mesmo padrão de crescimento observa-se em relação à massa gorda relativa (%MG), com as raparigas a apresentarem valores superiores de %MG comparativamente com os rapazes a partir dos 6 anos de idade (Malina et al., 2004). De facto, nas raparigas, a %MG aumenta gradualmente durante a adolescência até à idade adulta, enquanto que nos rapazes aumenta até aos 11-12 anos de idade e depois decresce gradualmente até alcançar um ponto mínimo por volta dos 16-17 anos de idade (Malina et al., 2004). No que diz respeito à distribuição da MG nas diferentes regiões corporais, após os 11 anos de idade, assiste-se a um incremento dos valores de gordura no tronco e um decréscimo desses valores nos membros inferiores nos indivíduos do sexo masculino (Malina et al., 2004).

As transformações relativas à dimensão, composição e proporcionalidade corporal são influenciadas fortemente pelo processo de maturação biológica, e apresentam uma grande variabilidade interindividual (Malina, 2014; Malina et al., 2004). Em contexto desportivo, o desempenho motor e o rendimento são fortemente influenciados pelo processo de crescimento e maturação (Beunen & Malina, 2008; Malina et al., 2004), devendo por esse motivo ser uma variável a considerar no processo de seleção de atletas (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz, & Malina, 2004).

1.4. Maturação Biológica

A maturação é considerada como o percurso para o estado maturo ou maturidade biológica, sendo a maturação um processo e a maturidade um estado (Malina, 2014). A maturação ocorre em todos os tecidos, órgãos e sistemas, variando por esse motivo com o sistema biológico de cada indivíduo (Malina et al., 2004). A variabilidade interindividual do processo de maturação e a sua influência no rendimento desportivo e na seleção/exclusão de jovens atletas, especialmente durante o período do salto pubertário, remete para a necessidade de avaliar e monitorizar o processo de maturação dos jovens atletas (Malina et al., 2015).

Face ao exposto, destaca-se que a maturação pode ser avaliada através de duas perspetivas distintas, o estado (i.e.: nível de maturação atingido na idade cronológica da observação) e o timing (i.e.: idade cronológica em que determinados eventos biológicos ocorrem) (Malina et al., 2015). Os indicadores mais usados para determinar o estado de maturação são o desenvolvimento das características sexuais secundárias e a idade esquelética (idade óssea, IO), enquanto a idade na menarca e a idade no pico de crescimento em altura são os indicadores usualmente utilizados para o timing do processo de maturação.

1.4.1. Maturação Sexual

A avaliação da maturação sexual baseia-se no desenvolvimento das características sexuais secundárias, i.e.: (i) seios, menarca e pelos púbicos nas raparigas; e (ii) genitais (pénis, escroto, testículos e volume testicular) e pelos púbicos nos rapazes (Malina et al., 2015). Nas raparigas, o desenvolvimento inicial dos seios é, em média, o primeiro sinal físico aparente

de maturação sexual, seguido pelo aparecimento dos pelos púbicos, enquanto nos rapazes, o aumento dos testículos é, em média, o primeiro sinal físico de maturação sexual, seguido pelo aparecimento dos pelos púbicos (Malina, 2014). Cada característica atravessa um conjunto de transformações à medida que o indivíduo passa da fase pré-púbere para a púbere e, posteriormente, para o estado de maturidade.

Tanner (1962) propôs cinco estádios de desenvolvimento genital para os indivíduos do sexo masculino que iam desde o estado imaturo (fase 1: em que se observa órgãos genitais de tamanho infantil) até ao estado maturo (fase 5: em que se observa o desenvolvimento completo dos órgãos genitais que assumem o tamanho e forma adulta).

As técnicas mais utilizadas para a avaliação da evolução das características sexuais secundárias são a observação (exame clínico) e a autoavaliação, embora ambas apresentem limitações (Malina et al., 2015). Por exemplo, o exame clínico envolve a invasão da privacidade dos indivíduos e a observação inequívoca dos estádios de desenvolvimento sexual implica estudos longitudinais dos adolescentes (Malina, 2014). Crianças pré-púberes com a mesma idade cronológica podem variar a sua idade esquelética em 4 anos, o que significa que a observação dos estádios de desenvolvimento indica a fase em que o indivíduo se encontra na altura do exame (i.e.: não fornece qualquer informação sobre quando entrou ou quanto tempo irá permanecer nesse estágio de desenvolvimento sexual) (Malina, 2014). Por outro lado, a autoavaliação, apesar de ser um procedimento utilizado frequentemente, implica o inconveniente das crianças avaliarem incorretamente o seu estágio de desenvolvimento, tornando assim este método de avaliação pouco fiável (Malina et al., 2004).

1.4.2. Maturação Óssea

A maturação óssea tem sido referenciada por diversos autores como o melhor método para avaliar a idade biológica (ou o estado de maturidade) de um sujeito (Malina, 2011, 2014; Malina et al., 2004). A idade óssea (IO), é um indicador de maturação biológica, representando o nível de maturidade dos ossos da mão e do punho (Malina, 2011). Assim, a IO de um indivíduo representa a idade cronológica em que um determinado nível de maturidade dos ossos de mão e punho foi atingido pela amostra de referência sobre a qual o método de avaliação foi desenvolvido (Malina, 2011). Um indivíduo pode apresentar uma idade cronológica (IC) de 14.5 anos, mas possuir uma IO de 15.5 anos (i.e., a sua IO é

equivalente a 15.5 anos na amostra de referência), significando que o seu processo de maturação está avançado relativamente à IC.

Como referido anteriormente, a avaliação da IO é baseada na observação de radiografias da mão e punho. As mudanças de forma e de densidade do osso, desde a fase inicial de ossificação (evolução da cartilagem para o osso) até ao estado maturo (adulto), permitem avaliar o período de crescimento do indivíduo. Estas transformações acontecem de uma forma uniforme e providenciam uma base sólida para avaliar de forma fiável a IO, ou seja, a idade biológica dos indivíduos (Malina, 2011).

Os métodos frequentemente utilizados para estimar a IO são: (i) o método Greulich-Pyle (Greulich & Pyle, 1959); (ii) o método de Fels (Roche, Chumlea, & Thissen, 1988); e (iii) o método de Tanner-Whitehouse (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001; Tanner, Whitehouse & Healy, 1962; Tanner et al., 1975). Os métodos são similares no princípio inerente ao exame (radiografia ao pulso e mão e comparação com um conjunto de critérios), mas os critérios e procedimentos para estipular a IO dos indivíduos variam (Malina et al., 2015).

O método Greulich-Pyle (Greulich & Pyle, 1959) baseia-se na avaliação individual de 29 ossos da mão e do punho através da comparação da radiografia do indivíduo com uma lista de fotografias padrão (presentes num atlas radiográfico que representam o processo de maturação desde o nascimento até à maturidade). O método deveria ser aplicado atribuindo uma IO a cada um dos 29 ossos da mão e do punho, mas, na prática, a radiografia do indivíduo é comparada com a mais similar presente no atlas (excluindo a variabilidade entre os diversos ossos da mão) (Malina, 2011).

O método de Fels (Roche, Chumlea, & Thissen, 1988) baseia-se na observação de indicadores específicos de maturação de 22 ossos da mão e punho (i.e.: rádio, cúbito, carpo, metacarpo, e primeira, terceira e quinta falanges), sendo atribuída uma classificação para cada osso de acordo com a idade e sexo do indivíduo. Os critérios de avaliação consideram a existência ou não de ossificação, assim como os pontos de ossificação, a forma dos ossos, as linhas opacas inscritas em cada osso e a relação da largura (medida linear) entre a epífise e a metáfise dos ossos longos (ou alongados). A classificação e as medidas da largura de cada osso são inseridas num programa informático com um algoritmo que permite calcular a IO do avaliado e o erro padrão associado (Malina, 2011).

O método de Tanner-Whitehouse (TW), que teve já duas grandes revisões (TW2 e TW3), consiste na avaliação dos ossos da mão e do punho através da observação de determinados critérios associados às etapas de maturação de 13 ossos (i.e.: rádio, cubito, 7 ossos do carpo

excluindo o pisiforme, metacarpos e falanges do primeiro, terceiro e quinto dedos) (Malina, 2011; Tanner et al., 1975 e 2001). O método TW3 (última versão do método TW) consiste na avaliação de 20 ossos da mão e do punho, i.e., rádio, cúbito, carpo (escafoide, semilunar, piramidal, trapézio, trapezoide, osso grande e unciforme), metacarpo (1.º, 3.º e 5.º), falanges proximais (1.º, 3.º e 5.º dedos), falanges intermédias (3.º e 5.º dedos), e falanges distais (1.º, 3.º e 5.º dedos). Para cada osso é atribuído uma pontuação consoante o estágio de desenvolvimento (cada osso é comparado com imagens padrão presentes num atlas radiográfico), que depois de são somadas e permitem pontuar maturação esquelética, que depois é convertida em IO (através de tabelas construídas para o efeito) (Tanner et al., 2001).

Por último parece ser pertinente destacar que as principais limitações destes métodos são os custos excessivos, a falta de avaliadores qualificados (i.e., com conhecimento dos protocolos de avaliação, suas limitações e interpretações) e a exposição à radiação. Relativamente à exposição à radiação, embora seja mínima (0.001 milisievert) com tecnologia moderna (i.e., o equivalente a três horas de visualização de televisão por dia), existe ainda algumas preocupações relativas à sua utilização (Malina et al., 2015).

1.4.3. Maturação Somática

A maturação somática pode ser avaliada através da idade em que ocorre o pico de velocidade em altura (PVA) e/ou da percentagem da altura adulta alcançada numa determinada idade (Malina et al., 2004). A idade no PVA é um excelente indicador do timing de maturidade e define-se como o momento (idade cronológica) em que ocorre uma maior taxa de crescimento em altura (Malina et al., 2004). A estimativa da idade cronológica e da taxa de crescimento no PVA é possível através de estudos longitudinais e da análise das curvas individuais de crescimento (Malina et al., 2015).

A percentagem da altura adulta alcançada numa determinada idade reflete o estado de maturidade alcançado, na medida que os jovens que se encontrem mais próximo da sua altura final adulta estão mais avançadas no seu processo de maturação, e consequentemente, mais próximos do estado maturo (Malina et al., 2004). Para obtermos a percentagem da altura adulta alcançada numa determinada idade é necessário predizer a altura que a criança, ou o adolescente, irá alcançar na idade adulta, transformando, posteriormente, a sua altura atual num valor relativo à sua altura adulta predita (Malina et al., 2015).

Devido às limitações apresentadas na avaliação da IO (e.g.: exposição à radiação), e das dificuldades logísticas inerentes à realização dos estudos longitudinais, existe a necessidade de utilização de métodos não-invasivos, através de indicadores antropométricos, que possibilitem avaliar o estado e timing da maturação (Malina et al., 2015). Dos métodos não invasivos desenvolvidos para estimar a altura adulta (Beunen et al., 1997; Khamis & Roche, 1994; Roche, Tyleshevski, & Rogers, 1983; Sherar, Mirwald, Baxter-Jones, & Thomis, 2005) a equação preditiva mais popular utiliza a idade decimal, a altura, a massa corporal e a média das alturas dos pais (Khamis & Roche, 1994). Contudo, o protocolo proposto por Khamis-Roche apresenta um erro médio, nos rapazes, de 2.2-cm entre a altura adulta predita e a altura real aos 18 anos (Khamis & Roche, 1994).

No início do século XXI, mais concretamente em 2002, foi desenvolvido um protocolo de avaliação da maturação somática que utiliza a interação entre a idade cronológica (IC) e medidas antropométricas (altura, altura sentado, massa corporal e comprimento estimado da perna) que possibilitam prever a distância (em anos) da idade do PVA (Mirwald, Baxter-Jones, Bayley, & Beunen, 2002). A equação apresenta uma variação reduzida na idade predita no PVA ($DP = \sim 0.5$ anos) e um erro padrão estimado bastante similar entre rapazes (0.59 anos) e raparigas (0.57 anos) (Mirwald et al., 2002). O maturity offset é sugerida como uma variável categórica (i.e.: pré e pós PVA), sendo apropriada para indivíduos de maturação normal que se encontrem perto do PVA (IC entre 13-15 anos) embora a sua utilidade seja questionada para atletas de maturação precoce (Malina et al., 2015).

1.5. Maturação, Desenvolvimento Motor, Rendimento e Seleção Desportiva

O desempenho motor na infância e na adolescência está fortemente associado aos processos de crescimento e maturação, sendo que os indivíduos mais velhos ou com maturação precoce (ou seja, aqueles que iniciaram antes o seu processo de maturação) apresentam melhores desempenhos motores que aqueles mais novos ou mais atrasados no seu desenvolvimento biológico (Beunen & Malina, 2008). A forte associação positiva existente entre o desempenho motor e o rendimento desportivo em jovens atletas (Seabra, Maia, & Garganta, 2001) acarreta que no processo de seleção, a escolha de atletas para as equipas mais representativas do clube, região ou país, recaia, muitas vezes, nos indivíduos que apresentam níveis de desenvolvimento físico e motor acima da média dos seus pares (Vayens et al., 2008).

No âmbito das ciências do desporto, a investigação do efeito da idade relativa (EIR) centra-se no estudo do efeito do mês de nascimento dos atletas na participação e rendimento desportivo (Helsen, et al., 2005, 2012), e visa clarificar se, no mesmo ano de seleção (i.e., escalão), os atletas nascidos nos primeiros meses do ano têm uma vantagem potencial no processo de seleção desportiva em relação a seus pares nascidos nos últimos meses do ano.

A literatura é fértil em estudos centrados no EIR sobre o desempenho motor, o rendimento desportivo e o processo de seleção de atletas (Helsen, Van Winckel & Williams, 2005; Helsen et al., 2012; Musch & Hay, 1999; Vayens, Philippaerts & Malina, 2005), abrangendo um leque alargado de modalidades desportivas, i.e., ténis (Edgar & O'Donoghue, 2006), basebol (Tompson, Barnsley, & Stebelsky, 1991), hóquei no gelo (Sherar, Baxter-Jones, Faulkner, & Russel, 2007), futebol americano (Côté, Macdonald, Baker, & Abernethy, 2006), futebol (Jimenez & Pain, 2008) e basquetebol (Delorme & Raspaud, 2009; Delorme, Chalabaev, & Raspaud, 2011; Ibanez, Mazo, Nascimento, & Garcia-Rubio, 2018; Rubajczyk, Swierzko, & Rokita, 2017).

Do ponto de vista metodológico, a maior parte dos estudos utiliza a categorização do quartil de nascimento (que consiste na divisão do ano em quatro partes, no qual o primeiro quartil representa os meses de Janeiro a Março, o segundo, de Abril a Junho, o terceiro, de Julho a Setembro e o quarto e último quartil, de Outubro a Dezembro) para analisar o efeito da data de nascimento (DDN) na participação desportiva dos atletas (Vayens, Philippaerts, & Malina, 2005; Musch & Hay, 1999).

As comparações das DDN entre os jovens atletas e os atletas de nível profissional em vários desportos revelaram assimetrias na distribuição, favorecendo os nascidos no início do ano de seleção, ou seja, observa-se uma maior representatividade dos atletas nascidos no primeiro e segundo quartis do ano de seleção em relação aos nascidos no terceiro e quarto quartis (Delorme & Raspaud, 2009; Musch & Hay, 1999; Vayens et al., 2005). Na modalidade de futebol, observou-se uma maior representação de jogadores nascidos no início do ano de seleção (i.e., primeiro quartil) nos escalões sub-15, sub-16, sub-17 e sub-18, em todas as seleções nacionais de dez países europeus diferentes (Helsen et al., 2005), tendo esta tendência também sido observada nas categorias de infantis, iniciados e juvenis no futebol juvenil português (Folgado et al., 2006). Em consonância com os resultados anteriores, na modalidade de basquetebol, Delorme e Raspaud (2009) observaram uma maior representatividade de atletas nascidos no primeiro e segundo quartis em todas as categorias do basquetebol francês em ambos os sexos. Estes autores referem ainda que os basquetebolistas que nasceram no primeiro e segundo quartis eram significativamente mais

altos que os seus pares que nasceram no quarto quartil (à exceção das raparigas de 17 anos de idade) (Delorme & Raspaud, 2009). Relativamente à influência do EIR no rendimento, num estudo com 1228 basquetebolistas polacos sub-14, verificou-se que atletas nascidos no primeiro semestre apresentavam um melhor rendimento (avaliado pelo “Performance Index Rating – PIR) que os atletas nascidos no segundo semestre do ano (Rubajczyk, Swierzko, & Rokita, 2017).

As consequências do fenómeno da "idade relativa" na participação desportiva e no processo de seleção do talento são imensas, na medida que os atletas selecionados para as equipas principais, normalmente os mais “velhos”, têm acesso a melhores oportunidades e condições de treino (i.e.: instalações desportivas, treinadores, companheiros com que treinar) possibilitando-lhes um maior desenvolvimento desportivo relativamente àqueles que não foram selecionados. Este facto pode conduzir à eliminação precoce de atletas mais novos ou de maturação tardia em desportos, como o basquetebol, onde a altura, a massa corporal, a força e a velocidade são fatores decisivos na performance desportiva (Vayens et al., 2008; Delorme et al., 2011; Rubajczyk, Swierzko, & Rokita, 2017). Num estudo prévio em sete categorias do basquetebol francês, verificou-se uma associação entre a idade relativa e o abandono da prática desportiva em cinco delas (sub-9, sub-11, sub-13, sub-15 e sub-18), com os jogadores nascidos no segundo semestre do ano de seleção a abandonarem (dropout) mais a modalidade, quando comparados com aqueles nascidos nos dois primeiros quartis do ano (Delorme et al., 2011). Estes autores concluíram que o EIR, pode atuar como um fator de abandono da modalidade, na medida que as condições técnicas, táticas, psicológicas e, principalmente físicas, são desiguais entre os atletas de uma mesma faixa etária (Delorme et al., 2011).

Por outro lado, o EIR é ainda potenciado pelos aspetos maturacionais, i.e., pela irregularidade e individualização do processo de desenvolvimento biológico. De facto, a grande variabilidade no processo de maturação origina que jovens com a mesma idade cronológica, e que competem no mesmo escalão etário, apresentem níveis de desenvolvimento biológico díspares (Baly & Hamilton, 2004), o que se traduz em vantagens físicas significativas dos atletas com um desenvolvimento biológico mais acelerado ou superior relativamente aos seus pares (Malina et al., 2004). O referido anteriormente tem particular relevância no contexto dos desportos em que a componente física e fisiológica é essencial no desempenho desportivo, i.e., os atletas de maturação precoce têm mais hipóteses de ser selecionados para as equipas de elite que os atletas de maturação tardia (Malina et al., 2004).

Diversos estudos evidenciam a considerável variação nas características morfológicas e nas capacidades funcionais associados à variação da idade biológica nas crianças e jovens praticantes de desporto (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Carvalho, & Malina, 2008; Figueiredo, Coelho-e-Silva, Cummings, & Malina, 2010; Figueiredo, Gonçalves, Coelho-e-Silva, & Malina, 2009; Philippaerts et al., 2006; Seabra et al., 2001).

Relativamente à capacidade aeróbia, alguns autores referem que esta aumenta da infância para a adolescência concomitantemente com o crescimento corporal, existindo evidências de uma forte associação entre a potência aeróbia máxima e a dimensão corporal nos indivíduos do sexo masculino (Beunen & Malina, 2008; Malina & Bouchard, 1991; Malina et al., 2004). O desenvolvimento da capacidade aeróbia parece estar também associado ao processo de desenvolvimento biológico, com os indivíduos mais maduros a possuírem, em média, um $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ (expresso em L/min) superior aos indivíduos mais atrasados no processo de desenvolvimento biológico (Malina & Bouchard, 1991). Num estudo com jovens holandeses do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos de idade, verificou-se que os indivíduos de maturação avançada apresentaram, em média, um $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ absoluto (L/min) superior aos de maturação atrasada, exceto aos 17 anos (Kemper, Verschuur, & Ritmeester, 1986). Malina e Bouchard (1991), no que respeita ao $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ relativo ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), afirmam que os rapazes de maturação atrasada apresentam maior taxa de absorção de oxigénio por unidade de peso corporal do que os de maturação precoce, exceto no início da adolescência. Malina et al. (2004) referem que com o avançar da idade, parece verificar-se uma estabilização do $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ relativo sugerindo um crescimento proporcional entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal.

Em relação à capacidade anaeróbia, esta aumenta concomitantemente com a idade e com o processo de maturação dos indivíduos (Malina et al., 2004), verificando-se melhor desempenho nos testes anaeróbios à medida que a idade avança. De acordo com Inbar e Bar-Or (1986) as crianças possuem uma capacidade anaeróbia reduzida. Segundo estes autores o reduzido rendimento anaeróbio nas crianças estão relacionados com determinados processos bioquímicos, nomeadamente (i) a reduzida concentração maximal de lactato nos músculos e no sangue, (ii) a reduzida taxa de glicólise anaeróbia (as baixas concentrações do enzima fosfofrutoquinase não permite a utilização plena desta via energética), e (iii) os níveis reduzidos de acidose possível para a contração muscular (incapacidade de alcançarem níveis elevados de lactato muscular). Malina et al. (2004) referem que, nos rapazes, a

capacidade anaeróbia aumenta da infância para a adolescência acompanhando o crescimento corporal (Inbar & Bar-Or, 1986).

A velocidade é uma capacidade motora associada à agilidade e força muscular (Deletraxt & Cohen, 2008). O desempenho nas tarefas de velocidade evolui concomitante à idade, num desenvolvimento linear nos rapazes dos 5 aos 18 anos de idade, verificando-se uma aceleração na adolescência depois dos 13 anos de idade (Malina et al., 2004). De acordo com estes autores o incremento desta capacidade motora está fortemente associado ao aumento da força e da coordenação neuromuscular, podendo ser verificado ao longo da infância, mas é mais significativo durante o período pubertário (Malina et al., 2004).

Balyi e Hamilton (2004) no seu modelo de desenvolvimento do atleta a longo prazo (i.e., Long Term Development Athlete - LTDA) referem que o período ótimo para o treino da velocidade situa-se durante a infância devido às adaptações neurais que provoca, enquanto Lloid e Oliver (2012) afirmam que esta capacidade motora deve ser treinada durante todo o processo de formação desportiva, nomeadamente durante a infância (com incidência na ativação nervosa através de treino pliométrico e de sprints) mas também durante a adolescência através de modelos de treino direcionados para o desenvolvimento neural (pliométrie) e estrutural (força).

A agilidade é uma componente da aptidão física muito associada à velocidade, estando as duas estreitamente interligadas com a força muscular nomeadamente da força explosiva (Deletraxt & Cohen, 2009). A agilidade, tal como a velocidade, depende das melhorias verificadas ao nível da coordenação neuromuscular e da força (Malina et al., 2004). De acordo com Malina et al. (2004), o desempenho dos rapazes em provas de agilidade melhora consideravelmente dos 5 aos 8 anos de idade, aumentando progressivamente, embora a um ritmo mais lento, até aos 18 anos de idade.

O treino da agilidade (em associação à velocidade e força) deve ser realizado em idades pré-púberes, período marcado por uma grande plasticidade neural, mas também durante a adolescência, período onde os ganhos relativos à força (através da maturação nervosa e do aumento da massa muscular) resultam numa melhoria desta habilidade motora (LLoid & Oliver, 2012). LLoid e Oliver (2012), no seu modelo de desenvolvimento físico do jovem atleta (i.e., *Youth Physical Development Model*, YPDM), referem que o treino da agilidade na fase pré-púbere deve ser direcionado para técnicas básicas de mudanças de direção aumentando progressivamente para movimentos de agilidade específicos do desporto praticado à medida que a criança se aproxima da adolescência. Estes autores alertam ainda para a necessidade de associação da agilidade com a função cognitiva, nomeadamente na

otimização da resposta motora com a variabilidade dos estímulos (e.g.: posição do corpo, oposição do defensor, movimentação da bola), através de estímulos de treino mais abertos, com grande variabilidade e imprevisibilidade à medida que se avança da adolescência para a idade adulta (LLoid & Oliver, 2012).

De um modo geral, a força muscular é um dos principais fatores de rendimento desportivo, especialmente no desporto infantojuvenil (Malina et al., 2004). Embora a força muscular apresente um papel importante na motricidade humana desde as primeiras fases do desenvolvimento humano, ela assume uma relevância decisiva no rendimento desportivo dos 11 aos 14 anos de idade (Malina et al., 2004). Alguns autores referem que a força muscular aumenta concomitantemente com a idade, sofrendo um incremento acentuado após o PVA (Malina et al., 2004), enquanto outros apontam o pico de velocidade da força estática, explosiva e força resistente três meses a um ano após o PVA nos indivíduos do sexo masculino (Beunen & Thomis, 2000). Alguns autores referem que o aumento da força muscular está relacionado com o processo de maturação, na medida que jovens mais maduros apresentam níveis de força superiores aos jovens mais atrasados no processo de desenvolvimento biológico (Beunen & Thomis, 2000; Malina et al., 2004). De facto, parece existir uma associação positiva entre a maturação biológica e a força estática em ambos os géneros na puberdade, embora nas raparigas o incremento da força estática é menos acentuado comparativamente com os rapazes (Beunen & Thomis, 2000). Alguns autores referem ainda que as maiores diferenças nos níveis de força apresentados por rapazes e raparigas verificam-se entre os 13 e 16 anos de idade, período marcado pelo salto pubertário e que é caracterizado por uma grande variabilidade entre indivíduos (Malina et al., 2004).

O incremento da força muscular na puberdade está relacionado com o aumento da massa corporal, particularmente da massa muscular. Um dos fatores que influenciam a força muscular é área da seção transversa do músculo, ou por outras palavras o seu volume, e neste sentido quanto maior é o volume do músculo do individuo maior é a sua capacidade de gerar força. Alguns autores referem existir uma correlação positiva entre os perímetros musculares com as medidas de força muscular estática e entre a massa corporal e este tipo de força (Malina et al., 2004). Num estudo realizado com jovens futebolistas pertencentes a vários níveis competitivos, verificou-se uma associação entre o desempenho nos testes de impulsão vertical e a massa corporal dos atletas (Coelho-e-Silva, Figueiredo, & Malina, 2003). Balyi e Hamilton (2004), defendem que o período ótimo para o desenvolvimento da força situa-se 12 a 18 meses após o PVA, período que coincide com o pico de crescimento da massa

corporal como resultado do aumento das concentrações das hormonas andrógenas (Viru et al., 1999).

No entanto, em crianças pré-pubertárias a hipertrofia muscular é reduzida observando-se mais frequentemente o aumento do tamanho dos músculos a partir do salto pubertário refletindo as alterações nas concentrações das hormonas sexuais e de crescimento. No período pré-pubertário os incrementos da força muscular ocorrem sobretudo ao nível das adaptações neuromusculares (i.e.: recrutamento, frequência de ativação e sincronização das unidades motoras, coordenação intra- e intermuscular) que se traduzem em ganhos de força e coordenação motora. Devido à aceleração no desenvolvimento que o sistema neuromuscular sofre durante os anos pré-pubertários, Lloid e Oliver (2012) sugerem que o treino da força deve ser realizado também na infância, através de programas de treino direcionados para as adaptações neuromusculares. Estes autores no seu modelo de desenvolvimento físico (i.e., YPDM) referem que a força muscular deve ser uma prioridade em todas as fases do desenvolvimento em rapazes e raparigas pela sua associação com as outras capacidades motoras (i.e.: velocidade, agilidade, potência muscular, capacidade aeróbia) e com o rendimento desportivo, mas também porque é um importante fator na redução do risco de lesões (Lloid & Oliver, 2012).

No contexto particular do basquetebol, estudos realizados com atletas com idades compreendidas entre os 12 e 13 anos e os 14 e 15 anos revelam o efeito significativo do estado maturacional (avaliada pelos estádios de Tanner) no tamanho corporal (altura e massa corporal) e na força dos membros superiores e inferiores (Coelho-e-Silva et al., 2008 e 2010). Apesar da influência da maturação nas capacidades funcionais, observou-se que as habilidades técnicas específicas parecem ser independentes do estado maturacional (Coelho-e-Silva et al., 2008, 2010). Estes resultados estão em consonância com vários estudos noutras modalidades desportivas coletivas, nomeadamente, no hóquei em patins (Coelho-e-Silva et al., 2012), no futebol (Figueiredo, Coelho-e-Silva, Cummings, & Malina, 2010), no andebol (Matthys, Vaeyens, Coelho-e-Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012) e no Rugby (Till & Jones, 2015). Estas vantagens físicas, decorrentes de um processo de desenvolvimento biológico mais avançado, parecem ter um impacto no rendimento desportivo dos jovens jogadores, particularmente em modalidades desportivas, como é o caso do basquetebol, em que o contacto físico é uma constante.

No que diz respeito à influência da maturação no rendimento dos jogadores e das equipas, num estudo com basquetebolistas masculinos de sub-14 espanhóis observou-se que os atletas de elite eram significativamente mais maduros que os atletas de sub-elite (Torres-

Unda et al., 2013), enquanto noutro estudo verificou-se uma associação positiva entre a maturação e o rendimento individual dos jogadores, com os anos para o PVA a serem o melhor preditor para o rendimento desportivo (avaliado através do Performance Index Rating - PIR - por minuto) de jovens basquetebolistas masculinos com idades compreendidas entre os 13-14 anos de idade (Torres-Unda et al., 2016).

Tendo em consideração a influência da maturação no rendimento individual e coletivo no basquetebol, é de esperar que exista uma relação entre a maturação e o processo de seleção de jogadores para as equipas de elite. De facto, num estudo com 14 jogadores da seleção portuguesa de basquetebol (idade: 15-16 anos), observou-se que: (i) quatro atletas possuíam o esqueleto maduro, três eram avançados na IO ($IO > 1.0$ anos avançada à IC), (ii) seis estavam na média ou dentro do prazo ($IO \pm 1.0$ anos da IC), (iii) e nenhum possuíam uma maturação tardia ($IO > 1.0$ anos atrasada à IC) (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz, & Malina, 2004). Os mesmos autores concluíram que a ausência de atletas de maturação tardia sugere que o processo de seleção nos escalões juvenis no basquetebol favorece os indivíduos com maior tamanho corporal e mais avançados no seu processo de desenvolvimento biológico. Estes resultados estão em consonância com a maior parte dos estudos no basquetebol (Coelho-e-Silva et al., 2004; Te Wierike et al., 2015; Torres-unda et al., 2013 e 2016) e noutras modalidades desportivas (Figueiredo et al., 2009; Philippaerts et al., 2006; Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, & Aroso, 2004; Matthys, Vaeyens, Coelho-e-Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012).

Face ao exposto, parece que a avaliação da maturação é um procedimento fundamental no processo de identificação e desenvolvimento do talento desportivo, visto que permite perceber se o rendimento desportivo superior de alguns atletas nos escalões mais jovens de prática resulta do facto de (i) possuírem características excecionais e potencial para a excelência no alto rendimento, ou (ii) advém de uma maturação precoce que acarreta vantagens físicas importantes, especialmente nos desportos onde certos indicadores antropométricos e de aptidão física são fundamentais (Malina et al., 2004).

1.6. Atributos Relevantes no Basquetebol

O sucesso no basquetebol depende da combinação de vários fatores, entre eles as habilidades técnico-táticas, as competências psicológicas, e os atributos morfológicos e de aptidão física (Ben-Abdelkrim et al., 2010; Erčulj et al., 2010; Ostojic et al., 2006; Torres-

unda et al., 2016; Trninic & Dizdar, 2000). A maioria dos estudos na área do talento desportivo, inclusive no basquetebol, centra-se na relevância e contribuição dos atributos morfo-funcionais no rendimento desportivo dos jogadores e das equipas.

1.6.1. Atributos Morfológicos

No basquetebol, as características físicas dos jogadores, nomeadamente certos atributos antropométricos (altura e envergadura) e de composição corporal, desempenham uma relevância significativa no desempenho desportivo em atletas (i) adultos masculinos (Ostojic et al., 2006), (ii) adultos femininos (Garcia-Gil et al., 2018), (iii) jovens masculinos (Torres-Unda et al., 2013, 2016), e (iv) jovens atletas femininos (Erčulj et al., 2010).

No basquetebol profissional, a altura parece ser uma variável determinante no rendimento desportivo dos atletas adultos masculinos (Ostojic et al., 2006; Sedeaud et al., 2014) e femininos (Garcia-Gil et al., 2018). Garcia-Gil e coautores (2018) observaram correlações positivas significativas entre a altura e a massa corporal e o rendimento individual das jogadoras profissionais espanholas (i.e., pontos/jogo; ressaltos/jogo; e PIR/jogo), enquanto Sedeaud e colegas (2014) verificaram, em basquetebolistas profissionais masculinos norte-americanos, que a altura tem uma influência nos minutos de jogados em cada uma das posições específicas de jogo (Sedeaud et al., 2014).

Em complemento, num estudo prévio com basquetebolistas profissionais sérvios, observou-se uma tendência para o aumento da média da altura dos jogadores em todas as posições de jogo (Ostojic et al., 2006). Esta tendência foi também observada em basquetebolistas profissionais norte-americanos que competiam na *National Basketball Association* (NBA) entre 1987 e 2011, tendo-se verificado uma média da altura de 2.01 ± 6.3 cm (média $\pm$ desvio padrão) nos melhores marcadores de pontos do campeonato (Sedeaud et al., 2014).

Em consonância com esta tendência, a altura apresenta-se como uma variável importante no rendimento desportivo de jovens atletas masculinos (Torres-Unda et al., 2016) e femininos (Erčulj et al., 2010). Torres-Unda e colegas (2016) referem a altura como o mais forte preditor de rendimento (entre as variáveis antropométricas) em jovens basquetebolistas masculinos de elite na categoria de sub-14. No basquetebol feminino foram encontradas diferenças significativas na altura entre jovens jogadoras (entre os 13 e 15 anos) de acordo com o nível competitivo (divisão A, B ou C) das respetivas seleções nacionais (Erčulj et al.,

2010). Na mesma linha de resultados, num estudo com atletas masculinos polacos com idades compreendidas entre os 12.5 e 13.5 anos de idade, observou-se que a altura e a massa corporal foram as variáveis somáticas com maior impacto no nível competitivo atingido pelos jovens atletas de basquetebol (Karpowicz, 2006). De facto, a massa corporal, juntamente com a massa livre de gordura (MLG), são atributos decisivos nas situações de ressalto e de luta por posições perto da área restritiva. No caso específico do ressalto, os atletas antes de saltarem para ganharem a posse de bola devem muitas vezes lutar por posições através de contactos físicos fortes com os seus adversários. É expectável que atletas mais pesados com maior MLG (e consequentemente maior força muscular) tenham maior capacidade de lutar por posições e de saltarem mais alto para ganharem o ressalto.

Estudos prévios destacam ainda a envergadura como um atributo antropométrico importante para o rendimento dos jogadores de ambos os sexos (Ackland, Schreiner, & Kerr, 1997; Garcia-Gil et al., 2018; Torres-Unda et al., 2016). Ackland e colegas (1997) observaram que as jogadoras das equipas melhores classificadas tinham maior envergadura (e eram mais altas) que as jogadoras das equipas piores classificadas no campeonato do mundo feminino de basquetebol de 1994. Num estudo recente com basquetebolistas femininas profissionais, observaram-se correlações positivas significativas entre a envergadura e o rendimento das jogadoras, mais concretamente nos pontos por minuto, ressaltos por minuto e PIR por minuto (Garcia-Gil et al., 2018). Estes autores sugerem que maior envergadura pode favorecer as ações técnico-táticas das jogadoras ao permitir uma maior velocidade e potência no lançamento (devido a vantagens biomecânicas), e também em ações de jogo em que as jogadoras têm de lutar pelo ganho da posse de bola, particularmente, nos roubos e interceções da bola e nos ressaltos (Garcia-Gil et al., 2018). Em consonância com estes resultados, num estudo com jovens atletas de elite espanhóis (categoria de sub-14), também observaram correlações positivas significativas entre a envergadura e o rendimento dos jogadores (avaliado pelo PIR por minuto) (Torres-Unda et al., 2016).

Na categoria de sub-16 do campeonato nacional Australiano (248 atletas; masculinos $n = 125$; femininos, $n = 123$) observou-se (i) uma associação positiva entre o desempenho desportivo e as características antropométricas dos basquetebolistas de ambos os sexos, e (ii) diferenças significativas nos perfis antropométricos dos atletas consoante a posição específica ocupada em campo (Hoare, 2000). De facto, diversos estudos sugerem diferenças significativas nos perfis morfológicos e funcionais dos atletas de acordo com as suas posições específicas em ambos os sexos (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Deletraxt & Cohen,

2009; Hoare, 2000; Ostojic et al., 2006). Relativamente aos perfis antropométricos dos jogadores nas diferentes posições específicas, estudos prévios com atletas seniores masculinos referem que os jogadores interiores (i.e., postes e extremos-postes) são significativamente mais altos e mais pesados que os jogadores exteriores (i.e., bases e extremos, embora os jogadores extremos são significativamente mais altos e pesados que os bases) (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Ostojic et al., 2006; Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli, & Bavarel, 2005). No basquetebol jovem, num estudo com atletas de elite sub-16 masculinos, observou-se que os bases (base e base-lançador) eram significativamente mais baixos e leves que os extremos, extremos-poste e postes, enquanto que os extremos eram significativamente mais baixos e mais leves (em média) que os postes (Hoare, 2000). No entanto, num estudo com jovens basquetebolistas holandeses de elite do sexo masculino (14.66 ± 1.09 anos de idade), apesar de observarem diferenças significativas na altura e massa corporal entre os bases e os restantes jogadores (i.e., extremos e postes), não se encontraram diferenças significativas entre os extremos e os postes nessas variáveis (Te Wierike, Elferink-Gemser, Tromp, Vaeyens, & Visscher, 2014). No sexo feminino, na categoria de sub-16, Hoare (2000) observou que as jogadoras interiores eram significativamente (i) mais altas que as restantes jogadoras (i.e., bases e extremos) e (ii) mais pesadas que as jogadoras das posições de base e base-lançador.

Relativamente à influência da composição corporal no rendimento dos jogadores, os diversos estudos não observaram diferenças significativas na %MG em basquetebolistas de níveis competitivos distintos (Deletraxt & Cohen, 2008; Torres-Unda et al., 2013). Por outro lado, a maioria dos estudos em ambos os sexos referem existirem diferenças na %MG entre jogadores de diferentes posições, com os postes a apresentarem maior %MG relativamente aos bases (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Deletraxt & Cohen, 2009; Latin, Berg, & Baechle, 1994; Ostojic et al., 2006; Sallet et al., 2005). Importa referir que os postes apesar de terem maior %MG, têm também maior MLG visto serem mais altos e pesados que os bases (Ziv & Lidor, 2009). Esta tendência verificada em atletas adultos também foi observada nas categorias jovens, com os jogadores postes a possuírem mais %MG que os bases (11.78% vs. 8.75%) (Te Wierike et al., 2014). Num estudo com jovens basquetebolistas sub-16 verificou-se que, no sexo masculino, os bases-lançadores tinham menor somatório de pregas adiposas que os extremo-postes e os postes, enquanto no sexo feminino, os bases também tinham menor somatório de pregas adiposas que os extremo-postes (Hoare, 2000). Relativamente à comparação entre sexos, Ziv e Lidor (2009) sugerem que as

basquetebolistas do sexo feminino apresentam valores superiores de %MG comparativamente com os basquetebolistas do sexo masculino.

1.6.2. Capacidade Aeróbia e Anaeróbia

O basquetebol pertence à categoria dos jogos desportivos coletivos de invasão sendo praticado num espaço de jogo relativamente reduzido (28-m x 15-m), com regras que impõem grandes constrangimentos temporais e na movimentação dos jogadores. Estas características transformam o basquetebol num jogo dinâmico, rápido, e de grande complexidade técnico-tática (Trninic & Dizdar, 2000), requerendo aos jogadores uma enorme exigência fisiológica, na medida que obrigam a esforços sucessivos de alta intensidade (e.g.: sprints, mudanças de direção e saltos), separados por curtos períodos de atividade de baixa intensidade (e.g.: caminhar, correr) e de recuperação (Ben-Abdelkrim Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, & El Ati, 2010a; Ben-Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2006; Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Erčulj et al., 2010).

Do ponto de vista fisiológico, o basquetebol é predominantemente um desporto anaeróbico (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kreamer, 1996; Hoffman, Epstein, Einbinder, & Weinstein, 1999; Ostojic, et al., 2006) essencialmente suportado pelos sistemas anaeróbio alático e láctico (i.e., ATP-CP e glicolítico, respetivamente) (Hoffman et al., 1999; Erčulj et al., 2010). No entanto, a capacidade aeróbia é essencial no sucesso e no rendimento desportivo dos atletas (Ben-Abdelkrim et al., 2006; Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008; Vernillo, Silvestri, & La-Torre, 2012), na medida que (i) possibilita melhorar a recuperação de esforços anaeróbicos através da melhora da remoção de lactato e da regeneração da fosfocreatina, e (ii) ajuda a suportar volumes elevados de treino (Tomlin & Wenger, 2001). Apesar dos requisitos metabólicos de um jogo de basquetebol apelarem, em simultâneo, ao sistema aeróbio e anaeróbio, parece ser consensual que o sistema energético predominantemente utilizado seja o anaeróbio (Balčiūnas et al., 2006).

Alguns estudos observaram diferenças significativas na capacidade aeróbia de basquetebolistas de acordo com o seu nível competitivo em ambos os sexos (Drinkwater, Hopkins, McKenna, Hunt, & Pyne, 2007; Rodriguez-Alonso, Fernandez-Garcia, Perez-Landaluce, & Terrados, 2003; Vernillo et al., 2012). Num estudo com basquetebolistas masculinos italianos (sub-14, sub-15 e sub-17), os atletas de elite (seleção nacional)

obtiveram melhores resultados (i.e.: percorreram uma maior distância) no Yo-Yo Intermittent Recovery Test comparativamente com os atletas sub-elite (seleção regional) (Vernillo et al., 2012). Os mesmos resultados foram observados em atletas juniores australianos de ambos os sexos, com os basquetebolistas de nível nacional a obterem significativamente melhores performances nos testes de capacidade aeróbia que os atletas de nível regional (Drinkwater et al., 2007). Na mesma linha de resultados, num estudo com basquetebolistas femininas seniores, as atletas de nível internacional (seleção olímpica espanhola) obtiveram significativamente melhores performances nos testes de capacidade aeróbia que as atletas de nível nacional (Rodriguez-Alonso et al., 2003).

A capacidade aeróbia de um indivíduo é normalmente avaliada pelo consumo máximo de oxigénio - $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008; Castagna et al., 2006, 2009; Vernillo et al., 2012). O $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ avaliado em laboratório reflete a potência aeróbia máxima, isto é, o máximo volume de oxigénio que o indivíduo é capaz de consumir por unidade de tempo. A maioria dos estudos no basquetebol com atletas do sexo masculino referem que os valores do $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ situa-se entre os 50-60 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Ben-Abdelkrim et al., 2006, 2010a, 2010b; Hunter, Hilyer, & Foster, 1993), embora existam estudos em que os valores encontrados foram ligeiramente superiores (Castagna et al., 2009; Tavino, Bowers, & Archer, 1995). De facto, num estudo com basquetebolistas americanos universitários da “*National Collegiate Athletic Association*” (NCAA) com idades compreendidas entre os 18 e 22 anos de idade observou-se um valor médio de 65.2 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ (Tavino et al., 1995). Em comparação com os atletas masculinos, as basquetebolistas femininas apresentam valores inferiores do $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$, situando-se estes entre 44.0 e 54.0 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009; Rodriguez-Alonso et al., 2003; Ziv & Lidor, 2009).

Alguns estudos sugerem que o desempenho aeróbio no basquetebol aumenta concomitantemente com a idade (Coelho-e-Silva et al., 2008, 2010; Ben-Abdelkrim et al., 2010b). Num estudo com basquetebolistas jovens portugueses, observou-se que os basquetebolistas de 13 anos obtiveram significativamente melhores desempenhos no teste do vaivém comparativamente com os seus pares de 12 anos (Coelho-e-Silva et al., 2010), enquanto noutro estudo, com o mesmo protocolo de avaliação, os atletas portugueses de 15 anos obtiveram significativamente melhores desempenhos que os atletas de 14 anos de idade (Coelho-e-Silva et al., 2008). Em complemento, Ben-Abdelkrim e colegas (2010b) verificaram que o $V(\text{ponto})O_{2\text{máx}}$ relativo aumentava desde os Sub-18 até aos seniores, com os Sub-18 ($50.78 \pm 4.38 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) a registarem menores valores que os Sub-20 (55.43

$\pm 4.62 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), e estes a alcançarem piores registos que os atletas seniores ($59.88 \pm 5.26 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Relativamente à relação entre a capacidade aeróbia e as diferentes posições específicas em campo, diversos estudos sugerem que: (i) os jogadores interiores têm menores valores de $V(\text{ponto})\text{O}_{2\text{máx}}$ que os jogadores exteriores; e (ii) os bases são os jogadores que apresentam os valores mais elevados (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Ostojic et al., 2006). Num estudo com atletas internacionais tunisinos do sexo masculino, observou-se que os bases obtiveram valores significativamente superiores de $V(\text{ponto})\text{O}_{2\text{máx}}$ comparativamente com os postes ($+10.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$; $60.6 \text{ versus } 49.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), e, em média, superior ao dos bases-lançadores ($+5.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) dos extremos ($+4.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e dos extremos-postes ($+4.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (Ben-Abdelkrim et al., 2010b). Resultados similares foram observados com jogadores profissionais sérvios, com os jogadores postes a obterem valores significativamente inferiores de $V(\text{ponto})\text{O}_{2\text{máx}}$ comparativamente com os bases ($-6.2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e com os extremos ($-4.4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (Ostojic et al., 2006). As diferenças de $V(\text{ponto})\text{O}_{2\text{máx}}$ entre os atletas das diferentes posições de jogo podem ser explicadas pela diferença na massa corporal e pelas diferentes tarefas que os jogadores realizam em campo, i.e.: (i) os bases são mais leves que os restantes jogadores e tem a responsabilidade de realizar rápidas transições ofensivas, pressionar defensivamente os adversários em todo o campo e passar por bloqueios constantes na defesa (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Ostojic et al., 2006); enquanto, (ii) os postes são mais pesados e atuam em posições mais estáticas perto do cesto, bloqueando e ganhando posições interiores para finalizar ou ganhar os ressaltos (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Miller & Barlett, 1994).

Relativamente à aptidão anaeróbia, esta traduz a capacidade do organismo em produzir energia, em défice de oxigénio, durante esforços intensos e exaustivos. A aptidão anaeróbia é composta por duas componentes fundamentais, a capacidade e a potência anaeróbia: a capacidade anaeróbia (CAn) de um indivíduo representa a capacidade de regenerar energia (ATP) através dos sistemas anaeróbio aláctico e glicolítico enquanto a potência anaeróbia (PAn) reflete a velocidade de produção de energia pelo sistema anaeróbio aláctico. Numa atividade anaeróbia duas fontes de energia são utilizadas pelo organismo: (i) o sistema da adenosina-trifosfato e fosfocreatina (ATP-PCr) que tem a duração de 3 a 15 segundos em esforços máximos e está associado à potência anaeróbia, e (ii) o sistema da glicólise anaeróbica, que pode ser mantida durante o restante esforço total (até 90 segundos) e está mais associado à capacidade anaeróbia (Wilmore & Costill, 2004).

Em desportos caracterizados por esforços intermitentes de curta duração executados a alta intensidade (e.g.: sprints, saltos, mudanças repentinas de direção, acelerações e desacelerações constantes), como é o caso do basquetebol, o metabolismo anaeróbio tem um papel determinante no rendimento desportivo dos atletas (Balčiūnas et al., 2006; Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Delextrat & Cohen, 2008). Rodriguez-Alonso e outros investigadores (2003) demonstraram o envolvimento significativo do sistema anaeróbio no jogo de basquetebol, através da verificação da existência de elevadas concentrações de lactato sanguíneo durante a competição, enquanto McInnes e outros investigadores (1995) reconhecem a relevância da potência anaeróbia pela enorme quantidade de saltos e sprints que os jogadores de basquetebol devem realizar na competição. Um estudo em atletas jovens adultos (18-22 anos de idade) refere que certos componentes da aptidão anaeróbia (i.e., salto vertical, velocidade e agilidade) são fortes preditores do tempo de jogo no basquetebol universitário (NCAA) (Hoffman et al., 1996). Num estudo com jovens basquetebolistas sub-16, observou-se que os melhores jogadores realizavam o “teste do suicídio” (“Line drill”, LD) em menos tempo que os restantes jogadores em todas as posições específicas em ambos os sexos (Hoare, 2000), enquanto noutro estudo, na mesma categoria e com o mesmo teste, observou-se que os atletas de elite (pertenciam ao centro de alto rendimento) obtiveram significativamente melhores desempenhos que os atletas de sub-elite (pertenciam a clubes regionais) (Carvalho et al., 2011). Haj-Nassi e outros investigadores (2011) verificaram existir fortes correlações entre o teste de agilidade (o teste proposto foi uma modificação validada do teste-T), vários testes de saltos (i.e., Squat Jump – SJ; Countermovement Jump – CMJ; Drop Jump – DJ; e 5 saltos horizontais - 5JT) e o Teste Wingate, levando-os a concluir que o teste de agilidade era válido e fiável para avaliar a potência anaeróbia. Em complemento, Ostojic e colegas (2006) referem que a altura do salto vertical é uma boa medida para avaliar o rendimento muscular específico, ou seja a potência anaeróbia.

Embora o protocolo dos testes varie bastante entre estudos, o que dificulta a comparação de resultados (Ziv & Lidor, 2009), a grande maioria dos estudos utiliza testes de sprints repetidos para avaliar a capacidade anaeróbia dos jogadores (Erčulj et al., 2010; Hoare, 2000; Te Wierike et al., 2014). De entre vários, o “teste do suicídio” é um dos mais utilizados no basquetebol (Carvalho et al., 2011; Deletraxt & Cohen, 2008, 2009; Hoare, 2000), tendo sido encontradas correlações moderadas entre este teste e o teste anaeróbico de Wingate (“Wingate anaerobic test – WAnT”) (Carvalho et al., 2011). Estudos prévios em adultos revelaram valores médios para o desempenho do teste do suicídio (com bola) de 29.0 ± 0.97 segundos para o sexo masculino (Deletraxt & Cohen, 2008) e de 31.14 ± 2.15 segundos para

o sexo feminino (Deletraxt & Cohen, 2009). Nas categorias jovens, nomeadamente na de sub-16, foram observados valores médios de 30.15 ± 0.94 segundos em atletas de elite portugueses (Carvalho et al., 2011) e 28.66 segundos em atletas de elite australianos masculinos (Hoare, 2000), enquanto no sexo feminino os valores médios encontrados foram ligeiramente superiores (31.39 segundos) (Hoare, 2000).

Ben-Abdelkrim e outros investigadores (2010) avaliaram a potência anaeróbia através de provas de salto vertical (CMJ) e de salto horizontal (5JT) verificando que o desempenho dos atletas sub-18 era inferior aos atletas sub-20 e seniores, levando-os a sugerir que o desempenho neste tipo de provas aumenta concomitantemente com a idade até à idade adulta, altura em que as diferenças deixam de ser significativas.

No que diz respeito à comparação da capacidade anaeróbia nas diferentes posições dos jogadores em campo, num estudo com basquetebolistas jovens sub-16, observaram que os bases e os extremos têm melhores desempenhos nos testes de sprints repetidos que os postes (Te Wierike et al., 2014). Num outro estudo na categoria de sub-16 observou-se diferenças significativas no tempo de realização do teste do suicídio entre os bases e os postes em ambos os sexos (com os bases a terem melhores desempenhos) e entre os bases lançadores e os postes (apenas no feminino), sendo que os extremos também tinham, em média, melhores desempenhos que os jogadores interiores (Hoare, 2000).

1.6.3. Velocidade e Agilidade

Nas competições profissionais de basquetebol masculino, os jogadores executam até 46 ± 12 saltos, com sprints de curtos períodos de tempo (1-2 s) durante 105 ± 52 vezes (McInnes et al., 1995). Durante um jogo de basquetebol, os atletas de elite têm que percorrer 991-m de distância em movimentos a elevada intensidade, tem que executar 40 a 60 saltos em máxima potência e realizar entre 50 e 60 mudanças de direção e de velocidade (Spiteri et al., 2014). De acordo com estes padrões de ações motoras, a força e potência muscular, a agilidade e a velocidade parecem ser capacidades motoras fundamentais no basquetebol (Deletraxt & Cohen, 2008; Hoffman et al., 1996; Erčulj et al., 2010), estando diretamente associadas com o tempo de jogo e rendimento desportivo dos atletas de elite (Gonzalez et al., 2013).

De acordo com alguns autores, a velocidade e a agilidade são atributos essenciais no basquetebol visto que os jogadores têm de realizar deslocamentos a alta intensidade, sprints

de curta duração e constantes mudanças de direção e velocidade durante o jogo num espaço relativamente reduzido de campo (Deletraxt & Cohen, 2008; Spiteri et al., 2014). A agilidade e a velocidade estão frequentemente correlacionada e influenciam consideravelmente o desempenho do basquetebol (Ben-Abdelkrim et al., 2010; Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculz, 2012), em adultos (Hoffman et al., 1996) e em jovens atletas (Hoare, 2000; Jakovljevic et al., 2012). Num estudo com jovens basquetebolistas sub-12 e sub-14 do sexo masculino, verificou-se existir uma correlação positiva entre os testes de velocidade linear (distâncias: 20, 30 e 50-m) e a avaliação da agilidade resultante do desempenho no T-teste, no teste ziguezague e no teste de 4 sprints de 15-m (Jakovljevic et al., 2012).

Estudos prévios no basquetebol jovem referem existir uma associação entre a velocidade e o desempenho desportivo em atletas adultos (Deletraxt & Cohen, 2008) e em jovens (Hoare, 2000; Torres-Unda et al., 2013). Num estudo com jovens atletas sub-16 australianos de ambos os sexos, verificou-se que a velocidade era uma variável diferenciadora entre os melhores atletas e os restantes, tendo os primeiros apresentados melhores resultados nos testes de velocidade em todas as posições específicas de jogo (exceto no sexo masculino na posição de poste) (Hoare, 2000). Noutro estudo com atletas sub-14 masculinos verificou-se diferenças significativas na velocidade (avaliado pelo sprint em 20-m) entre os atletas de elite (3.02 ± 0.27 segundos) e os de sub-elite (3.28 ± 0.35 segundos) (Torres-Unda et al., 2013). O teste de sprint em 20-m é dos testes mais comuns no basquetebol e os resultados observados nos diversos estudos oscilam entre os 3.02 e os 3.77 segundos, dependendo da idade e do nível dos atletas estudados (Deletraxt & Cohen, 2008, 2009; Hoare, 2000; Torres-Unda et al., 2013, 2016). Na literatura, os resultados apresentados no teste de sprint em 20-m sugerem que a velocidade melhora com a idade: (i) 3.77 segundos em Sub-12 (Jakovljevic et al., 2012); e (ii) 3.15 e 3.21 segundos em sub-14, embora os melhores atletas tenham feito resultados inferiores (3.02 e 3.05 segundos) (Torres-Unda et al., 2013, 2016);

Nos estudos comparativos entre categorias ou idades diferentes, os atletas mais novos apresentam piores resultados no teste de 20-m que os atletas mais velhos, o que sugere que o desempenho em provas de velocidade aumenta com a idade dos praticantes. Um estudo com atletas sérvios na categoria sub-12 e sub-14 verificou que os atletas sub-14 eram significativamente mais rápidos no sprint em 20-m do que os atletas sub-12 (3.77 ± 0.21 versus 3.54 ± 0.25 segundos). Noutro estudo com atletas de elite masculinos tunisinos de 3 escalões distintos (sub-18, sub-20 e sénior) verificaram que o desempenho em tarefas específicas de velocidade aumentou com a idade dos praticantes, sendo que os atletas sub-18 apresentaram piores registos nos testes de velocidade linear (distâncias: 5-m, 10-m e 30-

m) que os atletas pertencentes à categoria escalão sub-20 e sénior (Ben-Abdelkrim et al., 2010b).

A agilidade pode ser definida como a capacidade para mudar com velocidade e prontidão a posição do corpo no espaço em resposta a um determinado estímulo cognitivo (Sheppard & Young, 2006), manifestando-se em ações dinâmicas e explosivas que envolvem rápidas mudanças de direção e de velocidade (Haj-Sassi et al., 2009). Alguns investigadores (Scanlan, Tucker, & Dalbo, 2014; Sheppard & Young, 2006; Sheppard et al., 2006) consideram a existência de dois tipos de agilidade: em tarefas fechadas (“closed-skill agility”) e em tarefas abertas (“open-skill agility”). A avaliação da agilidade em tarefas fechadas diz respeito à avaliação da velocidade nas mudanças de direção num percurso pré-determinado (Scanlan et al., 2014; Sheppard & Young, 2006), enquanto em tarefas abertas envolve a avaliação da velocidade nas mudanças de direção através de um percurso indeterminado em resposta a um estímulo relevante (Scanlan et al., 2014; Sheppard et al., 2006).

No que respeita à influência da agilidade no desempenho desportivo, Erčulj et al. (2010) verificou que a agilidade (avaliada pelo teste de 6 sprints consecutivos de 5-m) era uma das variáveis que permitia distinguir as basquetebolistas internacionais jovens (13-15 anos de idade) de acordo com o nível competitivo das suas seleções nacionais (Erčulj et al., 2010). Na mesma linha de resultados, Hoare (2000), na categoria de sub-16 feminino, observou que as melhores jogadoras eram, em média, mais rápidas e ágeis que as restantes jogadoras em todas as posições específicas de campo. No entanto, o mesmo autor, no sexo masculino, observou que os melhores jogadores na posição de base, extremo-poste e poste obtiveram piores resultados no teste de agilidade que os restantes (Hoare, 2000).

Apesar dos protocolos de avaliação da agilidade serem díspares entre estudos, o teste-T é um dos mais mencionados na literatura (Delextrat & Cohen, 2008, 2009; Jakovljevic et al., 2012; Spiteri et al., 2014). Em atletas adultos os resultados obtidos no teste-T oscilam entre os 8.94 e os 10.05 segundos. Um estudo com basquetebolistas masculinos da NCAA (18-22 anos de idade) avaliou a agilidade através do teste-T durante quatro épocas consecutivas e registou uma média de 9.05 segundos (melhor época, 8.94 segundos; pior época, 9.15 segundos) (Hoffman et al., 1996). Outro estudo com atletas masculinos universitários observou uma média de 9.21 ± 0.4 segundos para os atletas completarem o teste. Noutro estudo com atletas masculinos tunisinos, os atletas sub-20 realizaram o teste-T em 10.05 ± 0.44 segundos, enquanto os jogadores seniores completaram-no em 9.99 ± 0.40 segundos (Ben-Abdelkrim et al., 2010b). Na comparação entre sexos, as mulheres adultas apresentam

desempenhos ligeiramente inferiores aos dos homens no teste-T, com Delextrat e Cohen (2009) a registarem valores médios de 10.45 ± 0.51 segundos, e Spiteri e colegas (2014) a registarem valores médios de 11.75 ± 1.15 segundos para o sexo feminino.

Em continuação, no basquetebol jovem os valores obtidos no teste-T são ligeiramente superiores (logo desempenho inferior) aos apresentados pelos jogadores seniores, oscilando entre os 10.53 e os 11.99 segundos. Nos diferentes estudos nas categorias jovens masculinas observaram-se valores médios para o desempenho no teste-T de 11.99 ± 0.55 , 10.90 ± 0.83 e 10.53 ± 0.67 segundos, respetivamente, na categoria de sub-12 (Jakovljevic et al., 2012), de sub-14 (Jakovljevic et al., 2012), e de sub-18 (Ben-Abdelkrim et al., 2010b). De acordo com estes resultados, pode-se sugerir que a agilidade melhora com a idade dos atletas desde as categorias jovens (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Jakovljevic et al., 2012) até ao escalão sénior (Ben-Abdelkrim et al., 2010b).

No que diz respeito à relação entre a velocidade e a agilidade e as posições específicas dos jogadores em campo, estudos prévios sugerem que os jogadores exteriores são mais rápidos e ágeis que os jogadores interiores (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Hoare, 2000; Te Wierike et al., 2014). Num estudo com basquetebolistas holandeses do sexo masculino com idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos de idade, verificou-se que (i) os bases eram mais rápidos que os postes, e (ii) os bases e extremos eram mais ágeis que os postes (Te Wierike et al., 2014). Noutro estudo, com basquetebolistas jovens australianos sub-16 de ambos os sexos, observou-se diferenças significativas na agilidade entre os bases e os extremos (apenas no sexo masculino, com os primeiros a terem melhores desempenhos), e os extremos-postes e postes (em ambos os sexos, com os primeiros a terem melhores desempenhos) (Hoare, 2000). Resultados similares foram observados em jogadores seniores, com os jogadores bases a registarem significativamente melhores resultados nos testes de velocidade (5-m e 10-m) e agilidade (teste-T) que os restantes jogadores (extremos e postes) (Ben-Abdelkrim et al., 2010b).

1.6.4. Força

No basquetebol, a capacidade de gerar níveis de força máxima num curto período de tempo (potência muscular) é considerada como um fator essencial para obter níveis de rendimento desportivo elevados (Delextrat & Cohen, 2008; Hoffman et al., 1996; Erčulj et al., 2010; Santos & Janeira, 2008). Ao longo de um jogo de basquetebol os atletas

realizam inúmeros sprints a máxima velocidade, arranques, paragens, mudanças de direção, acelerações e desacelerações permanentes e saltos consecutivos (Spiteri et al., 2014). Estes padrões de ações motoras requerem elevados níveis de força muscular nomeadamente a força explosiva (Delextrat & Cohen, 2008; Erčulj et al., 2010). Em estudos prévios observaram-se diferenças significativas da força muscular nos membros superiores e inferiores de acordo com o rendimento e o nível competitivo dos jogadores (Hoare, 2000; Erčulj et al., 2010; Torres-Unda et al., 2013).

Relativamente à força dos membros superiores os testes mais utilizados em basquetebolistas adultos são o teste uma repetição máxima (1 RM) de supino (Ben-Abdelkrim et al., 2010a, 2010b; Delextrat & Cohen, 2008; Latin, Berg, & Baechle, 1994; Ziv & Lidor, 2009), enquanto que em atletas jovens o teste de preensão manual (“Hand Grip”) e o lançamento da bola medicinal são os mais comuns (Erčulj et al., 2010; Coelho-Silva et al., 2008, 2010). Num estudo com atletas adultos universitários verificou-se diferenças significativas na força dos membros superiores (avaliado pelo teste de supino de 1 RM) entre atletas de diferentes níveis competitivos (i.e., internacional vs. nacional) (Delextrat & Cohen, 2008). Noutro estudo com basquetebolistas internacionais do sexo feminino com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos de idade, verificou-se que a força explosiva dos membros superiores (avaliada pelo lançamento da bola medicinal) era uma das variáveis que permitia distinguir as jogadoras de acordo com o nível competitivo das suas seleções nacionais (divisão C vs. divisão A e B) (Erčulj et al., 2010). Nesse estudo é sugerido que basquetebolistas com maior força dos membros superiores podem ter vantagens no momento de lançar ao cesto (principalmente de distâncias longas), de passar a bola (principalmente nos passes longos), ou nos contactos físicos dentro da área restritiva (particularmente importante para jogadores interiores) (Erčulj et al., 2010).

Em relação à avaliação da força dos membros inferiores, (i) os saltos verticais (força explosiva), (ii) o teste isocinético, e (iii) o teste de uma repetição máxima de agachamento (“squat”) são os testes mais utilizados na maioria dos estudos no basquetebol (Ben-Abdelkrim et al., 2010a, 2010b; Delextrat & Cohen, 2008, 2009; Erčulj et al., 2010; Torres-Unda et al., 2013, 2016; Ziv & Lidor, 2009). Os saltos verticais estão relacionados com o nível competitivo dos basquetebolistas adultos (Delextrat & Cohen, 2008) e jovens de ambos os sexos (Hoare, 2000), e são um dos principais preditores do tempo de jogo em basquetebolistas universitários de elite masculinos (Hoffman et al., 1996). Num estudo comparativo com atletas sub-16 de níveis competitivo diferenciados, verificou-se

que os melhores atletas saltavam mais alto que os restantes jogadores em todas as posições específicas, em ambos os sexos (Hoare, 2000). Noutro estudo com atletas sub-14 masculinos observaram-se diferenças significativas na altura do salto vertical (avaliado pelo CMJ com movimento de braços) entre os atletas de elite (46.8 ± 6.1 cm) e os de sub-elite (33.3 ± 7.2 cm) (Torres-Unda et al., 2013). Os valores da altura dos saltos verticais oscilam bastante entre estudos, atingindo variações de 22-cm a 48-cm no sexo feminino e de 40-cm a 75-cm em atletas do sexo masculino (Apostolidis et al., 2004; Delextrat & Cohen, 2008; Hoffman et al., 1996; Latin et al., 1994; Ziv & Lidor, 2010). Estas grandes variações podem ser explicadas principalmente pelas diferenças nos protocolos de teste, da idade e do nível de competência dos jogadores (Ziv & Lidor, 2010).

Ben-Abdelkrim e colegas (2010b) comparando a força muscular entre diferentes grupos etários (sub-18, sub-20 e seniores) constataram que os atletas seniores apresentaram melhores valores nos testes de força dos membros superiores (teste de supino de 1 RM) e membros inferiores e de força dinâmica máxima que os atletas dos outros escalões etários.

Relativamente à posição específica dos basquetebolistas adultos masculinos e femininos, observou-se que jogadores interiores (i.e., poste-extremo e poste) são mais fortes nos membros superiores e apresentam valores superiores na potência do salto vertical comparativamente com os bases e os extremos (Ben-Abdelkrim et al., 2010b), embora os bases apresentem valores superiores na altura do salto vertical que postes (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Delextrat & Cohen, 2009; Ostojic et al., 2006). Estas diferenças podem estar relacionadas com a maior massa corporal dos jogadores interiores e das tarefas específicas que têm que desempenhar no jogo, nomeadamente, no envolvimento constante em situações de contacto físico no ganho de posições dentro da área restritiva (para finalizar ou evitar a finalização), na luta dos ressaltos, ou na execução de bloqueios para libertar os jogadores exteriores (Ben-Abdelkrim et al., 2010b; Delextrat & Cohen, 2009; Ostojic et al., 2006).

1.7. Pertinência e Objetivos da Tese

A área de estudo do talento desportivo procura dar contributos para identificar, em idades precoces, quais os atributos capazes de prever desempenhos de excelência na idade adulta, ajudando assim treinadores e clubes a identificar e a escolher os atletas com maior potencial que deverão integrar programas de treino específicos de desenvolvimento desportivo. No

entanto, o processo de identificação e seleção do talento desportivo torna-se numa tarefa complexa devido ao carácter multifatorial do talento, visto que este resulta da interação de vários fatores (e.g., físicos, fisiológicos, técnico-táticos e psicológicos) (Johnston et al., 2018; Vayens et al., 2008). A maioria dos investigadores nesta área do conhecimento recomendam o uso de desenhos longitudinais e multidimensionais (Bailey et al., 2010; Johnston et al., 2018; Vayens et al., 2008) que possibilitem perceber quais os atributos específicos determinantes no sucesso, como variam e qual a magnitude da sua variação ao longo do processo de formação desportiva.

O basquetebol é um desporto em que os atributos físicos desempenham um papel determinante no processo de seleção de atletas na adolescência (Coelho-e-Silva et al., 2004; Te Wierike et al., 2014; Torres-Unda et al., 2013), e na excelência desportiva na idade adulta (Ostojic et al., 2006; Delextrat & Cohen, 2009). No entanto existe pouca investigação científica que estude como os atributos morfológicos e funcionais variam ao longo das diferentes etapas de formação desportiva do jovem basquetebolista e de como os processos biológicos (maturação) influenciam essa variação, sobretudo em raparigas. De facto, são vários os estudos que apontam para a influência do processo de maturação biológica nos atributos antropométricos, no desenvolvimento das capacidades motoras e no rendimento desportivo em jovens atletas basquetebolistas (Coelho-e-Silva et al., 2008, 2010; Torres-Unda et al., 2016). Neste sentido, a maturação deve ser uma variável a ter em consideração na avaliação do talento desportivo, na medida que pode originar uma subavaliação (em atletas de maturação tardia) ou sobreavaliação (em atletas de maturação precoce) por parte dos treinadores do talento desportivo dos jovens atletas.

Face ao exposto, esta tese de doutoramento tem como objetivo central estudar a influência da maturação e dos atributos morfo-funcionais na seleção e no rendimento desportivo de jovens basquetebolistas ao longo do processo de formação desportiva.

Para além deste objetivo geral possui os seguintes objetivos específicos: (i) identificar os atributos morfo-funcionais determinantes no processo de seleção desportiva num clube de elite de basquetebol; (ii) identificar os atributos que permitem discriminar os atletas de equipas com diferente classificação num campeonato para seleções jovens regionais de ambos os sexos; (iii) identificar os atributos associados ao rendimento individual de jovens basquetebolistas de elite de ambos os sexos; (iv) analisar a contribuição da maturação biológica nos atributos morfo-funcionais e no rendimento individual em jovens basquetebolistas de elite de ambos os sexos; e (v) construir tabelas de referência para valores

morfológicos e de aptidão física de jovens basquetebolistas de ambos os sexos de acordo com a sua idade cronológica e maturação biológica (anos para o PVA).

Para o que se propõe, esta tese será apresentada em formato de manuscritos (artigos) que estarão organizados da seguinte forma:

Artigo 1 – Diferenças na maturação, nos atributos morfológicos e físicos entre jogadores selecionados para as equipas principal e secundária numa academia de elite de basquetebol;

Artigo 2 - Diferenças na maturação, atributos morfológicos e de aptidão física entre jogadores das seleções regionais melhores e piores classificadas no campeonato nacional de basquetebol na categoria de sub-14 em ambos os sexos;

Artigo 3 – Anos de prática, maturação e atributos morfológicos e de aptidão física como preditores de desempenho individual em jovens basquetebolistas de elite de ambos os sexos;

Artigo 4 – A contribuição da idade e da maturação para a capacidade funcional e o desempenho individual de jovens basquetebolistas do sexo masculino de acordo com um novo valor de corte para a idade no pico velocidade em altura;

Artigo 5 – Atributos morfológicos e de aptidão física em jovens jogadores de basquetebol portugueses: valores normativos de acordo com a idade e maturação biológica.

1.8. Referências Bibliográficas

- Ackland, T., Schreiner, A., & Kerr, D. (1997). Absolute size and proportionality characteristics of World Championship female basketball players. *Journal of Sports Science*, 15(5), 485-90.
- Apostolidis, N., Nassis G., Bolatoglou, T., et al. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157–63.
- Bailey, R., Collins, D., Ford, P., MacNamara, A., Toms, M., & Pearce, G. (2010). Participant Development in Sport: An Academic Review. *Sports Coach UK*, 1-134.
- Balčiūnas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 163-170.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). *Long-Term Athlete Development: Trainability in Childhood and Adolescence*. Windows of Opportunity. Optimal Trainability.

- Victoria: National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance Ltd.
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness Training in Football - A Scientific Approach*. Bagsværd, Denmark: HO+Storm.
- Bangsbo, J., Iaia, F., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Journal of Sports Medicine*, 38(1), 1-15.
- Barreiros, A., Côté, J., & Fonseca, A. (2014). From early to adult sport success: analysing athletes' progression in national squads. *European Journal of Sport Sciences*, 14(Suppl 1), 178–82.
- Ben-Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010a). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of strength and conditioning research*, 24(9), 2330-43.
- Ben-Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010b). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of strength and conditioning research*, 24(5), 1346-55.
- Ben-Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2006). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19 Basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 69-75.
- Beunen, G., & Malina, R. (2008). Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In H. Hebestreit & O. Bar-Or (Eds.), *The Young Athlete: Encyclopaedia of Sports Medicine* (pp. 3-17). Malden: Wiley-Blackwell.
- Beunen, G., Malina, R., Lefevre, J., Claessens A., Renson, R., & Simons, J. (1997). Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Medicine and science in sports and exercise*, 29, 225–230.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping: development and applications*. New York: Cambridge University Press
- Carvalho, H., Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Castagna, C., Philippaerts, R., & Malina, R. (2011). Cross-validation and reliability of the line-drill test of

- anaerobic performance in basketball players 14-16 years. *Journal of strength and conditioning research*, 25(4), 1113-1119.
- Castagna, C., Chaouaci, A., Rampinini E., Chamari C., & Impellizzeri, F. (2009). Aerobic and explosive power performance of elite italian regional-level basketball players. *Journal of strength and conditioning research*, 23(7), 1982-1987.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Rampinini, E., D'Ottavio, S., & Manzi, V. (2008). The yo-yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 202–208.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Alvarez, J. (2010). Relationship between endurance fields test and match performance in young soccer player. *Journal of strength and conditioning research*, 24(12), 3227-3233.
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1997). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN: 0-521-57463-3
- Cobley, S., Schorer, J., & Baker, J. (2012). *Talent identification and development in sport: international perspectives*. Edited by Joseph Baker, Jorg Schorer and Steve Cobley
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010a). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old- basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-81.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277-285.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Coelho-e-Silva, M., Vaz, V., Simões, F., Carvalho, H., Valente Dos Santos, J., Figueiredo, A., ... Malina, R. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 1793–1802.
- Folgado, H., Caixinha, P., Sampaio, J., & Maças, V. (2006). Efeito da idade cronológica na distribuição dos futebolistas por escalões de formação e pelas diferentes posições específicas. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, 6 (3), 349-355.
- Jiménez, I. & Pain, M. (2008). Relative age effect in spanish association football: its extent and implications for wasted potential. *Journal of Sports Sciences*, 26, 10, 995-1003.

- Davids, K., & Baker, J. (2007). Genes, Environment and Sport Performance: Why the Nature-Nurture Dualism is No Longer Relevant. *Journal of Sports Medicine*, 37(11), 1-20.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standart evaluation of anaerobic fitness. *Journal of strength and conditioning research*, 22(4), 1066-1072.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Stength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of strength and conditioning research*, 23(7), 1974-1981.
- Delorme, N., & Raspaud, M. (2009). The relative age effect in young French basketball players: a study on the whole population. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 235-242.
- Delorme, N., Chalabaev, A., & Raspaud, M. (2011) Relative age is associated with sport dropout: evidence from youth categories of French basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 120-128.
- Drinkwater, E., Hopkins, W., McKenna, M., Hunt, P., & Pyne, D. (2007). Modelling age and secular differences in fitness between basketball players. *Journal of Sports Science*, 25(8), 869–878.
- Drinkwater, E., Pyne, D., & Mckenna, M. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Journal of Sports Medicine*, 38(7), 565-78.
- Edgar, S., & O'Donoghue, P. (2006) Season of birth distribution of elite tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 23, 10, 1013-1020
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračić, M. (2010). Phisical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Ericsson, K. (2007). Deliberate practice and the modifiability of body and mind: toward a science of structure and acquisition of expert and elite performance. *International Journal of Sport Psychology*, 38, 4-34.
- Ericsson, K., Krampe, R., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.
- Figueiredo, A., Coelho-e-Silva, M., Cummings, S., & Malina, R. (2010). Size and Maturity mismatch in Youth Soccer Players 11- to 14-Years-Old. *Pediatric Exercise Science*, 22, 596-612.

- Figueiredo, A., Gonçalves, C., Coelho-e-Silva, M., & Malina R. (2009). Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*, 36(1), 60-73.
- Folgado, H., Caixinha, P., Sampaio, J., & Maças, V. (2006). Efeito da idade cronológica na distribuição dos futebolistas por escalões de formação e pelas diferentes posições específicas. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, 6(3), 349-355.
- Garcia-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Duñabeitia, I., Gil, S., Gil, J., et al. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32: 1723–1730.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: the DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147.
- Gonzalez, A., Hoffman, J., Rogowski, J., Burgos, W., Manalo, E., Weise, K., Fragala, M., & Stout, J. (2013). Performances changes in NBA Basketball players vary in starters vs. Nonstarters over a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 611-615.
- Greulich, W., & Pyle S. (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. 2nd ed. Stanford (CA): Stanford University Press.
- Haj Sassi, R., Dardouri, W., Haj-Yahmed, M., Gmada, N., Mahfoudhi, M., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility t-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1644-1651.
- Haj-Sassi, R., Dardouri, W., Gharbi, Z., Chaouachi, A., Mansour, H., Rabhi, A., & Mahfoudhi, M. (2011). Reliability and validity of a new repeated agility test as a measure of anaerobic and explosive power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 472-480.
- Helsen, W., Baker, J., Michiel S., Schorer J., Van Winckel, J., & Williams, A. (2012). The relative age effect in European professional soccer: Did ten years of research make any difference? *Journal of Sports Sciences*; 30(15), 1665–1671.
- Helsen, W., Hodges, N., Van Winckel, J., & Starkes, J. (2000). The role of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *Journal of Sports Sciences*, 18, 727-36.
- Helsen, W., Van Winckel, J., & Williams, A. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of Sports Science*, 23(6), 629-636.

- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3, 391-405.
- Hoffman, J., Epstein, S., Einbinder, M., & Weinstein, Y. (1999). The influence of aerobic capacity on anaerobic performance and recovery indices in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 407-411.
- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C., & Kreamer, W. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 67-71.
- Howe, M., Davidson, J., & Sloboda, J. (1998). Innate Talents: Reality or Myth. *Behavioural and Brain Sciences*, 21, 399-442.
- Hunter, G., Hilyer J., & Foster, M. (1993). Changes in fitness during 4 years of intercollegiate basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7, 26-29.
- Ibanez, S., Mazo, A., Nascimento, J., & Garcia-Rubio, J. (2018). The Relative Age Effect in under-18 basketball: Effects on performance according to playing position. *Plos One*, 13(7), 11. doi:10.1371/journal.pone.0200408
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Jiménez, I., & Pain, M. (2008). Relative age effect in spanish association football: its extent and implications for wasted potential. *Journal of Sports Sciences*, 26, 10, 995-1003.
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent identification in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 97-109.
- Khamis, H., & Roche, A. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94, 504-507.
- Karpowicz, K. (2006). Interrelation of selected factors determining the effectiveness of training in young basketball players. *Humam Movement*, 7(2), 130-146.
- Klissouras, V., Geladas, N., & Koskolou, M. (2007). Nature prevails over nurture. *International Journal of Sport Psychology*, 38, 35-67.
- Latin, R., Berg, K., & Baechle, T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 214-8.

- Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exercise and Sports Science Review*, 14, 325-357.
- Malina, R. (2007). Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in sports medicine*, 26(1), 37-68.
- Malina, R. (2011). Skeletal Age and Age Verification in Youth Sport. *Journal of sports Medicine*, 41(11), 925-947.
- Malina, R. (2014). Top 10 Research Questions Related to Growth and Maturation of Relevance to Physical Activity, Performance, and Fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85, 157-173.
- Malina R., & Bouchard, C. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. UK: Human Kinetics.
- Malina, R., Eisenmann, J., Cumming, S., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5), 55-62.
- Malina, R., & Kozieł S. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 1374-1382.
- Malina, R., & Kozieł, S. (2014a). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 424–37.
- Malina, R., Rogol, A., Cumming, S., Coelho-e-Silva, M., & Figueiredo, A. (2015). Biological Maturation of Youth Athletes: Assessment and Implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 852-859.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry. ISBN 0-62036207-3.
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho-e-Silva M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(7), 543-9. DOI: 10.1055/s-0031-1298000

- McInnes, S., Carlson, J., Jones, C., & McKenna, M. (1995). The physiological load imposed upon basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13, 387-397.
- Miller, S., & Barlett, R. (1994). Notational analysis of the physical demands of basketball. *Journal of Sports Science*, 12(2) 181-182.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 689– 694.
- Musch, J., & Hay, R. (1999). The relative age effect in soccer: Cross-cultural evidence for a systematic discrimination against children born late in the competition year. *Sociology of Sport Journal*, 16(1), 54-64.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(3), 425-32.
- Ostojic S., Mazic S., & Dikic N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740-744.
- Pankhurst, A., Collins, D., & MacNamara, A. (2013). Talent development: linking the stakeholders to the process. *Journal of Sports Science*, 31(4), 370–80.
- Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 443-450.
- 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 Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Phillips, E., Davids, K., Renshaw, I., & Portus, M. (2010). Expert performance in Sport and its dynamics of talent development. *Journal of Sports Medicine*, 40(4), 271-283.
- Reilly, T., Williams, A., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sport Science*. 18(9), 695-702.
- Roche, A., Chumlea, W., & Thissen, D. (1988). *Assessing the skeletal maturity of the hand wrist - FELS method*. Springfield, IL: CC Thomas.
- Roche, A., Tyleshevski, F., & Rogers, E. (1983). Non-invasive measurement of physical maturity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(4), 364–371.

- Rodriguez-Alonso, M., Fernandez-Garcia, B., Perez-Landaluce, J., & Terrados, N. (2003). Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(4), 432-6.
- Rubajczyk, K., Swierzko, K., & Rokita, A. (2017). Doubly disadvantaged? The Relative Age Effect in Poland's basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(2), 280-285.
- Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J., Vitelli, V., & Bavarel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 291-4.
- Santos, E., & Janeira, M. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 903-909.
- Seabra, A., Maia, J., & Garganta, R. (2001). Crescimento, maturação, aptidão física, força explosiva e habilidades motoras específicas. Estudo em jovens futebolistas e não futebolistas do sexo masculino dos 12 aos 16 anos de idade. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(2), 22-35.
- Sedeaud, A., Marc, A., Schipman, J., Schaal, K., Danial, M., Guillaume, M., Berthelot, G., & Toussaint, J. (2014). Secular trend: morphology and performance. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1146-1154. DOI:10.1080/02640414.2014.889841.
- Semenick, D. (1994). *Testing protocols and procedures*. In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of strength training and conditioning* (p.258-273), Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sherar, L., Mirwald, R., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *Journal of Pediatrics*, 147(4), 508–514.
- Slaughter, M, Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, 60(5), 709-723.
- Smith, R., Schutz, R., Smoll, F., & Ptacek, J. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: the athletic coping skills inventory-28. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 17, 379-398.
- Souhail, H., Castagna, C., Mohamed, H., Younes, H., & Chamari, K. (2010). Direct validity of the Yo-Yo intermitente recovery test in young team handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 465-47.

- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N., Specos, C., Sheppard, J., & Newton R. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athlete. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415-2423.
- Tavino, L., Bowers C., & Archer C. (1995). Effects of basketball on aerobic capacity, anaerobic capacity, and body composition of male college players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(2), 75-7.
- Tanner, J., Healy, M., Goldstein, H., & Cameron, C., (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method)*. London: W.B. Saunders.
- Tanner, J., Whitehouse, R., & Healy, M. (1962). A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist, with standards derived from a study with 2600 healthy British children. Paris: International Children's Center.
- Tanner, J., Whitehouse, R., Marshall, W., Cameron, C., Healy, M., & Goldstein, H. (1975). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method)*. New York: Academic Press.
- Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialization of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337–345.
- Till, K., & Jones, B. (2015). Monitoring anthropometry and fitness using maturity groups within youth rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 730–736.
- Tomlin, D., & Wenger, H. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Journal of Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., . . . Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., . . . Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Trninič, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Colleg Antropol*, 24(1), 217-234.

- Vaeyens, R., Gullich, A., Warr, C.R., & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Science*, 27(13), 1367–80.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A., & Philippaerts, R. (2008). Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Journal of Sports Medicine*, 38(9), 703-714.
- Vayens, R., Philippaerts, R., & Malina, R. (2005). The relative age effect in soccer: A match-related perspective. *Journal of Sports Sciences*, 23(7), 747-756.
- Vernillo, G., Silvestri, A., & La-Torre, A. (2012). The Yo-Yo intermittent recovery test in junior basketball players according to performance level and age group. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2490-2494.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento*. Faculdade de Motricidade Humana. FMH edições.
- Williams A., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sport Science*, 18(9), 657-66.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2004). *Physiology of sport and exercise (3rd edition)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7) 547–568.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players - A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 332–339.

CAPÍTULO II

MÉTODO

Neste capítulo, serão expostos os critérios de inclusão dos participantes, os protocolos de avaliação utilizados e os procedimentos estatísticos adotados nos diversos estudos realizados.

O protocolo experimental cumpria as orientações emanadas pela Declaração de Helsínquia e foi aprovado pelo Conselho Científico e pelo Comité de ética e científica da Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Assim, os responsáveis das equipas participantes foram contactados (coordenadores e treinadores dos clubes/associações regionais), tendo-lhes sido apresentados os objetivos do estudo. Os autores desta investigação garantiram a confidencialidade dos dados recolhidos (apenas o investigador e orientadores tiveram acesso aos dados). Antes da inclusão no estudo, os objetivos e procedimentos foram explicados aos participantes e aos respetivos encarregados de educação através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ver em anexo) que contemplava as seguintes dimensões: Detalhes do estudo, Descrição dos testes a realizar, Riscos, Benefícios, Confidencialidade, Utilização dos dados, Natureza voluntária do estudo. Foi solicitado aos atletas e respetivos tutores que lessem o referido documento e, caso concordassem em participar no estudo, o assinassem no campo correspondente.

A recolha dos dados foi realizada pelo investigador e orientador deste projeto de investigação e por uma equipa de investigadores associados à Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.

O presente projeto de investigação não obteve nenhum tipo de apoio financeiro ou material para a sua realização. Os autores desta investigação declaram não existir qualquer tipo de confronto de interesses.

2.1. Participantes

Todos os estudos que compõem esta tese baseiam-se em duas amostras obtidas em dois contextos distintos: (i) num clube de elite de referência; e (ii) nas seleções distritais presentes na Festa do Basquetebol Juvenil de Albufeira. Na tabela 2.1 estão resumidas as características básicas de cada estudo quanto ao seu desenho, amostragem e variáveis estudadas.

Tabela 2.1. Características básicas de cada estudo.

Estudo	Desenho	Amostra; Género	Idade	Variáveis estudadas
1	Transversal	116 rapazes	12-16 anos	Maturação (idade óssea) Morfologia Aptidão física
2	Transversal	90 rapazes; 102 raparigas	12-14 anos	Maturação (PVA) Morfologia Aptidão física Rendimento coletivo
3	Transversal	224 rapazes; 192 raparigas	12-14 anos	Maturação (PVA) Morfologia Aptidão física Rendimento individual
4	Longitudinal misto	172 rapazes;	12-14 anos	Maturação (PVA) Morfologia Aptidão física Rendimento individual
5	Transversal	281 rapazes	12-16 anos	Maturação (PVA) Morfologia Aptidão física

Legenda: PVA, Pico de Velocidade em Altura

2.2. Variáveis, métodos e instrumentos de avaliação

Todos os atletas que aceitaram participar no estudo receberam, foram avaliados durante o período competitivo, entre os meses de novembro e dezembro de 2014 e 2015 (clube) e em abril de 2015, 2016 e 2017 (seleções distritais). A avaliação realizada abrangeu quatro dimensões, nomeadamente: (i) morfologia (antropometria e composição corporal), (ii) aptidão física, (iii) maturação, e (iv) rendimento. Segue-se a descrição dos procedimentos adotados na avaliação dos atletas, assim como dos instrumentos utilizados.

2.3.1. Avaliação Morfológica

Antropometria

Foram realizadas oito medições antropométricas. As medidas consideradas serão as seguintes: altura total ou estatura (cm), massa corporal (kg), altura sentada (cm), envergadura (cm), diâmetro palmar (cm) e três pregas adiposas (mm). As três pregas adiposas foram: subescapular (SBS), tricipital (TRI) e geminal (GEM).

As medidas antropométricas foram obtidas pelo protocolo de Marfell-Jones, Olds, Stewart e Carter (2006) de acordo com as normas estabelecidas pelo International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) e recolhidas por antropometristas credenciados pelo ISAK (erro técnico intraobservador das recolhas – EMT: altura, $R \geq 0.98$; pregas adiposas, entre $R = 0.90$ e $R = 0.98$; comprimentos e perímetros, entre $R = 0.92$ e $R = 0.98$) sob a supervisão de um técnico do ISAK de nível IV.

Todas as medições antropométricas foram realizadas utilizando instrumentos portáteis. Assim, para a medição da Altura e Altura Sentada utilizou-se um antropómetro (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008) para a massa corporal utilizou-se uma balança (Body Mass Scale Vogel & Halke – Germany - Secca model 761 7019009, 2006) que permite leituras de 500-g em 500-g, para as pregas adiposas utilizou-se o adipómetro (Skinfold caliper Rosscraft Slim Guide 2001) que permite leituras até às décimas de milímetros (com uma pressão nas pontas de 10-mg/cm²).

Composição corporal

No estudo da composição corporal serão consideradas a massa gorda (MG), a massa livre de gordura (MLG). As variáveis foram obtidas a partir do valor das pregas adiposas tendo sido calculadas a percentagem de massa gorda (gordura relativa) e a massa livre de gordura absoluta (em kg). A gordura relativa será calculada através da média aritmética dos valores de percentagem de massa gorda obtidos através das equações propostas por Lohman (1986; $\%MG = 1.35 \times (TRI+SBS) - 0.012 (TRI+SBS)^2 - I$, sendo $I = \text{constante}$) e Slaughter et al. (1988; $\%MG \text{ rapazes} = 0.735 \times (TRI+GML) + 1$; $\%MG \text{ raparigas} = 0.610 \times (TRI+SBS) + 5.1$). A massa livre de gordura (em kg) foi calculada pela diferença entre 100 e a gordura relativa multiplicada pela massa corporal. Para além da MG e MLG, foi calculado o índice de massa corporal (IMC) a partir da seguinte equação; $IMC = P/ALT^2$ (kg/m²; onde P=peso e ALT= altura).

2.3.2. Avaliação da Aptidão Física

A bateria de testes aplicada para avaliar a aptidão física dos atletas permitiu estudar: a velocidade máxima (20-m; em segundos e centésimo de segundo), a força explosiva e elástico-explosiva dos membros inferiores (salto vertical com e sem contra movimento e sem

e com a ajuda dos braços; em cm), a resistência abdominal (abdominais em 1 minuto), a força de preensão manual (somatório do Handgrip à direita e esquerda; em kg), a força dos membros superiores (lançar a bola medicinal de 2-kg desde uma posição sentada e avaliar a distância alcançada; em cm), a capacidade aeróbia (Yo-Yo Intermittent Recovery Test, Level 1), a capacidade anaeróbia (Line drill) e a agilidade (Teste-T). Todos os testes de aptidão física foram realizados pela mesma equipa de investigadores. Antes dos testes de aptidão todos os participantes realizaram uma rotina de aquecimento padronizada de 20 minutos (uma corrida lenta seguida de alongamento estático e dinâmico). Os jogadores tiveram descanso passivo de 10 minutos entre os testes, bem como intervalos para a água e tempo extra de descanso. Cada participante foi instruído verbalmente e encorajado a dar o seu esforço máximo.

Velocidade em 20-m

A avaliação da velocidade consiste numa corrida de 20-m em que os participantes partem parados da posição bípede e em que se regista o melhor tempo de duas tentativas. Os tempos realizados no teste de velocidade (20-m) foram registados com recurso a células fotoelétricas (Wireless Sprint System, BROWER Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA).

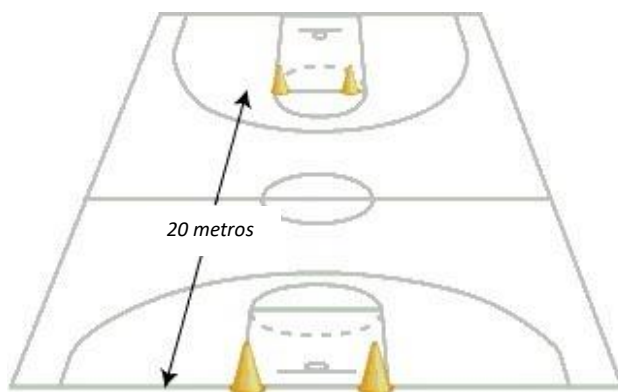


Figura 2.1. Teste Sprint em 20-m.

Agilidade, T-test

Na avaliação da agilidade foi utilizado o T-Test (TT), que consiste: os participantes partem da posição de pé desde a linha final do campo de basquetebol, sprintam 9.15-m em

linha reta tocando no cone A, deslizam em posição defensiva para o seu lado esquerdo devendo tocar no cone B que se encontra a 4.55-m de distância do cone A, deslizam defensivamente até ao cone C, que se encontra a 4.55-m de distância à direita do cone A (9.10-m do cone B), deslizam defensivamente novamente até ao cone A, que se encontra a 4.55-m do cone C e correm à retaguarda até à linha de partida. Os tempos realizados foram registados com recurso a células fotoelétricas (Wireless Sprint System, BROWER Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA). O TT é o teste mais sugerido na literatura para avaliar a agilidade no basquetebol (Delextrat & Cohen, 2008, 2009; Jakovljevic et al., 2012; Spiteri et al., 2014).

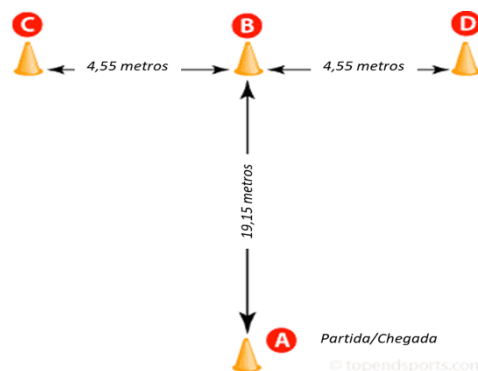


Figura 2.2. Teste-T

Força membros inferiores

Para a avaliação da força explosiva e elástico explosiva dos membros inferiores, foram avaliados e calculados a altura e a potência dos saltos verticais realizados com os membros inferiores (Bosco et al., 1983). A potência média dos saltos verticais foi estimada através da equação de Lewis (Fox & Mathews, 1974):

$$\text{Potência média (Watts)} = \sqrt{4.9} \times \text{massa corporal (kg)} \times \sqrt{\text{altura do salto (m)}} \times 9.81.$$

Os participantes realizaram três tipos de saltos diferenciados, Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) e Countermovement Jump with Arms swing (CMJ-S) tendo sido contabilizado o melhor registo de duas tentativas. Em ambos os testes o intervalo entre tentativas foi de 10 segundos. O instrumento utilizado foi o Chronojump (Bosco System, Rome, Italy) e os procedimentos adotados foram os descritos por Bosco, Luhtanen e Koni (1983).

O protocolo do teste de SJ consiste na realização de um salto vertical com meio agachamento que parte de uma posição estática de cinco segundos com uma flexão do joelho de aproximadamente 120° sem contramovimento prévio de qualquer segmento, com as mãos fixas e próximas ao quadril, na região suprailíaca (Bosco, 1994). O protocolo do teste de CMJ consiste na realização de um salto vertical com a técnica de contramovimento sem a contribuição dos membros superiores (as mãos ficaram fixas e próximas ao quadril) em que o atleta parte de uma posição em pé com o tronco ereto, com os joelhos em extensão a 180° , executando um ciclo de alongamento e encurtamento (flexão e extensão do joelho) dos membros inferiores (Bosco, 1994). No teste do CMJ, a flexão do joelho acontece aproximadamente até um ângulo de 120° e em seguida o executante realiza a extensão do joelho, procurando impulsionar o corpo para o alto e na vertical, e permanecendo com o tronco imóvel para evitar influência nos resultados. O teste do CMJ-S consiste na realização de um salto vertical com a técnica de contramovimento com a contribuição dos membros superiores (as mãos e os braços acompanham o movimento dos membros inferiores e terminam em extensão acima da cabeça).

Força membros superiores

Para a avaliação da força dos membros superiores utilizou-se o teste de lançamento da bola medicinal de 2-kg desde o peito (passe de peito) na posição de sentado, com as costas apoiadas na parede, e foi avaliada a distância (em cm) alcançada. Os participantes realizaram duas tentativas e o melhor registo foi contabilizado.



Figura 2.3. Lançamento da bola medicinal de 2-kg.

Relativamente à avaliação da força de preensão manual foi considerado o somatório da força da mão direita e da mão esquerda. Os participantes realizaram duas vezes a avaliação (com cada mão), o melhor resultado de cada mão foi registado. Para o efeito será utilizado um dinamómetro (Takei Physical Fitness Test, T.K.K. 5001, GRIP – A).



Figura 2.4. Teste de força de preensão manual ou “*Hand Grip*”.

Resistência abdominal (Sit-Up)

Para o teste de resistência abdominal (Sit-Up) foi adotado o protocolo descrito por Semenick (1994) que consiste na realização de sit-up durante 1 minuto em que os participantes se encontram em decúbito dorsal com as pernas fletidas e com as mãos nas orelhas contabilizando o número de elevações do tronco realizadas (os cotovelos deveriam tocar nos joelhos). Os participantes realizarão o teste uma única vez e o número de execuções foi registado.



Figura 2.5. Teste de abdominais em 1 minuto.

Capacidade Aeróbia

Para avaliar a capacidade aeróbia foi utilizado o Yo-Yo Intermittent Recovery Test, Level 1 (YYIR1). O YYIR1 é composto por 2 x 20-m sprints de progressiva velocidade intercalado por 10 segundos de recuperação ativa, realizado até a exaustão após sinais acústicos pré-gravadas (Bangsbo, 1994). A partir dos resultados do YYIR1 calculou-se o consumo máximo de oxigénio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) através da equação proposta por Bangsbo, Iaia e Krstrup (2008) com base nos percursos completados pelos praticantes ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (ml//kg/min) = YYIR1 distância (m) $\times$ 0.0084 + 36.4). O YYIR1 foi considerado um teste válido para avaliar a capacidade aeróbia em basquetebolistas (Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008) e as suas exigências fisiológicas são bastante similares às de um jogo de basquetebol (Ben-Abdelkrim et al., 2010).

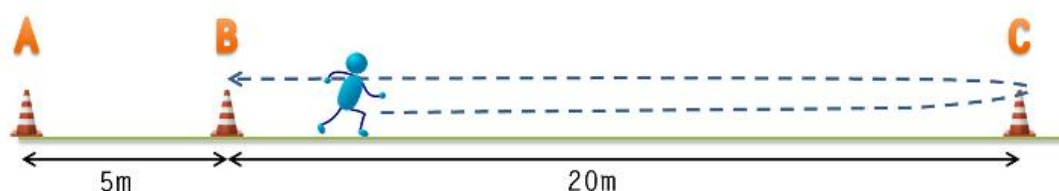


Figura 2.6. Yo-Yo intermittent recovery test, level 1 (YYIR1).

Capacidade Anaeróbia

A capacidade anaeróbia foi avaliada através do teste Line Drill (LD). No protocolo do LD, os indivíduos correm 140-m o mais rápido possível na forma de quatro sprints consecutivos de ida e volta de 5.8-m, 14.0-m, 22.2-m e 28.0-m no campo regulamentar de basquetebol. Os atletas começaram o teste 1-m atrás da linha de fundo do campo de basquetebol. O tempo foi registado através de células fotoelétricas (Wireless Sprint System, BROWER Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) colocadas na linha de fundo onde os atletas mudam de direção após o sprint de ida e volta. Será dado encorajamento verbal a todos os atletas durante a execução do teste. O LD foi considerado um teste fiável (CCI = 0.9; CV = 1.4%) para avaliar a capacidade anaeróbia e para diferenciar atletas de níveis competitivos distintos (Carvalho et al., 2011).

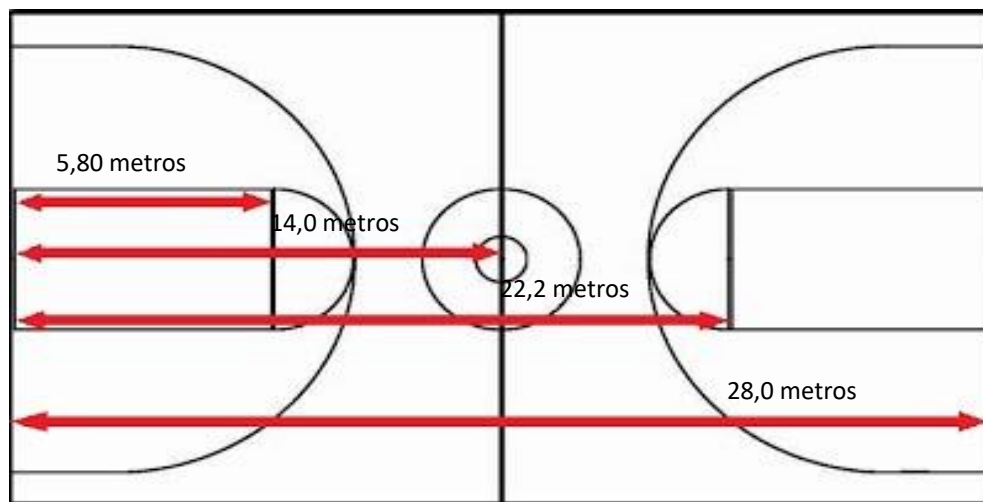


Figura 2.7. Teste do suicídio ou “Line drill test”.

2.3.3. Avaliação da Idade e Maturação

A idade cronológica (IC; em decimais) foi calculada como a diferença entre a data em que as medidas antropométricas foram recolhidas e a data de nascimento. A maturação foi avaliada através da idade óssea e do “*maturity offset*” (i.e., anos antes ou depois do pico de velocidade em altura).

A avaliação da Idade Óssea foi realizada por um examinador treinado na Faculdade de Motricidade Humana (Universidade de Lisboa) que desconhecia a idade cronológica dos participantes. Foram realizadas radiografias da mão e punho esquerdo que foram avaliados de acordo com o Método Tanner-Whitehouse III - método TW3 (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001). A radiografia foi realizada numa sessão, e a sua dose eficaz de radiação foi estimada entre 3 e 5 millirem (0.003-0.007-rads), que representa aproximadamente 5% da dose anual permitida.

A avaliação da maturação somática foi obtida através do “*maturity offset*”, que representa a distância, em anos, para o pico de velocidade em altura (PVA). A distância para o PVA foi prevista a partir de uma equação específica com base numa amostra de jovens canadenses e belgas (Mirwald et al., 2002). Posteriormente, a IC menos o maturity offset fornece uma estimativa da idade no PVA. Para avaliar o *maturity offset* foi utilizada a equação proposta por Mirwald et al. (2002):

- RAPARIGAS: *Maturity offset (years)* = $-9.376 + (0.0001882 \times [\text{comprimento da perna} \times \text{altura sentado}]) + (0.0022 \times [\text{idade} \times \text{comprimento da perna}]) + (0.005841 \times [\text{idade} \times \text{altura sentado}]) - (0.002658 \times [\text{idade} \times \text{peso}]) + (0.07693 \times [\text{peso/altura} \times 100])$
- RAPAIZES: *Maturity offset (years)* = $-9.236 + (0.0002708 \times [\text{comprimento da perna} \times \text{altura sentado}]) + (-0.001663 \times [\text{idade} \times \text{comprimento da perna}]) + (0.007216 \times [\text{idade} \times \text{altura sentado}]) + (0.02292 \times [\text{peso/altura} \times 100])$

Note-se que a necessidade de multiplicar a razão entre massa corporal e altura por 100 foi negligenciada na publicação original (Mirwald et al., 2002). A idade prevista ao PVA (anos) foi calculada como a diferença entre a IC e o maturity offset previsto na observação.

Importa mencionar que o erro padrão estimado das equações foram de 0.592 (IC 95% 1.18 anos) e 0.569 (IC 95% 1.14 anos) para os rapazes e raparigas respetivamente (Mirwald et al., 2002). A distância para o PVA (“maturity offset”) pode ser usado para classificar os adolescentes como pré- ou pós-PVA, enquanto os indivíduos também podem ser agrupados por anos antes ou depois do PVA em vez da IC. A aplicabilidade do método parece ser útil durante o intervalo do surto de crescimento, aproximadamente 12 a 15 anos de idade (Mirwald et al., 2002).

No entanto, alguns estudos mais recentes apresentaram algumas limitações do maturity offset (Malina, Choh, Czerwinski, & Chumlea, 2016; Malina & Koziel, 2014, 2014a; Malina, Rogol, Cumming, Coelho-e-Silva, & Figueiredo, 2015). Em dois estudos longitudinais com 193 rapazes e 198 raparigas polacos (Wrocław Growth Study) verificaram-se variações entre o PVA previsto (obtido através do maturity offset) e real dependendo da idade cronológica no momento da predição e do estado maturacional (antes ou depois do PVA) dos atletas em ambos os géneros (Malina & Koziel 2014, 2014a). Apesar de encontradas variações no PVA previsto e real em jovens masculinos de maturação tardia e precoce, estes autores consideram que esta metodologia é indicada para rapazes de maturação normal com idades compreendidas entre os 12 e 15 anos (Malina & Koziel, 2014a). Nas raparigas, as variações entre o PVA real e predito foram maiores, sendo que as diferenças médias observadas entre os 11 e os 13 anos situaram-se entre 0.41-0.59 anos (Malina & Koziel, 2014). Noutro estudo longitudinal com 63 raparigas e 74 rapazes americanos (Fels Longitudinal Study) observaram-se pequenas diferenças entre o PVA previsto e real em rapazes entre os 12-15 anos, sendo que as diferenças médias registadas entre os 11 e 13 foram de -0.19-0.20 anos e 0.33-0.47 anos em rapazes e raparigas

respetivamente (Malina et al., 2016). Os mesmos autores referem que as previsões do PVA podem ser úteis em rapazes de maturação normal perto do PVA e em raparigas de maturação normal e tardia dentro de um intervalo de IC pequeno (Malina et al., 2016). As aplicações das equações de previsão dependem, é claro, da finalidade de estudos específicos e devem ser usadas com cautela, reconhecendo as limitações das previsões (Malina et al., 2016).

2.3.4. Avaliação do Rendimento Desportivo

O desempenho no basquetebol foi avaliado em termos de minutos jogados por jogo, pontos marcados (i.e., expresso como uma média de pontos por jogo e por minuto), ressaltos capturados (i.e., expressos como uma média de ressaltos por jogo e por minuto) e o Performance Individual Rating (PIR, i.e., expresso como uma média PIR por jogo e por minuto) dos jogadores durante a competição.

O PIR é uma fórmula estatística de basquetebol que é usada pela Federação Internacional de Basquetebol (FIBA), bem como por várias ligas nacionais europeias para medir o desempenho individual de um jogador de basquetebol. Todos os indicadores de desempenho foram calculados a partir dos dados registados pelos oficiais da Federação Portuguesa de Basquetebol utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{PIR} = \text{pontos marcados} + \text{assistências} + \text{ressaltos} + \text{roubos} + \text{desarmes de lançamento} - (\text{lançamentos falhados} + \text{perdas de bola} + \text{desarmes de lançamento sofridos}).$$

Todos os oficiais envolvidos no registo estatístico receberam formação prévia para realizarem a tarefa. As equipas de registo em cada jogo eram constituídas por dois elementos, um mais diretamente envolvido na observação do jogo e o outro responsável por inserir os dados no programa estatístico da FIBA. Importa ainda destacar que não foi realizado nenhum teste de fiabilidade aos dados estatísticos recolhidos, o que pode ser uma limitação da presente tese. Tal procedimento teria de ser realizado para todos os avaliadores o que era manifestamente impossível dado os recursos humanos disponíveis.

2.4. Análise estatística

O tratamento estatístico incluiu: (i) análise exploratória de dados; (ii) análise descritiva; (iv) métodos de inferência paramétricos e não paramétricos; e (v) regressão logística e

análise discriminante (utilizados para determinar as variáveis que melhor discriminam entre os grupos elite e sub-elite). Utilizou-se o Software SPSS (v.22.0, IBM SPSS Statistics, Chicago, IL), e consideram-se estatisticamente significativas as diferenças entre as médias cujo p-value do teste foi inferior ou igual a 0.05. Na Tabela 2.2 sintetiza a análise estatística utilizada em cada um dos estudos.

Tabela 2.2. Análise estatística utilizada em cada estudo.

Análises	Estudos				
	I	II	III	IV	V
Estatísticas descritivas	X	X	X	X	X
Shapiro-Wilk Test	X	X	X	X	
Levene Test	X	X	X	X	
Pearson's correlation			X		
Paired samples t-tests	X			X	
MANOVA		X			
Kruskal-Wallis				X	
ANCOVA	X				
Stepwise discriminant analyse	X	X			
Multiple Linear Regression			X		
Preece-Baines model I				X	

2.5. Referências Bibliográficas

- Bangsbo, J. (1994). *Fitness Training in Football - A Scientific Approach*. Bagsværd, Denmark: HO+Storm.
- Bangsbo, J., Iaia, F., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Journal of Sports Medicine*, 38(1), 1-15.
- Ben-Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346-55.

- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el teste de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping: development and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Carvalho, H., Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Castagna, C., Philippaerts, R., & Malina, R. (2011). Cross-validation and reliability of the line-drill test of anaerobic performance in basketball players 14-16 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1113-1119.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Rampinini, E., D'Ottavio, S., & Manzi, V. (2008). The yo-yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 202–208.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Alvarez, J. (2010). Relationship between endurance fields test and match performance in young soccer player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227-3233.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1066-1072.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Fox, E., & Mathews, D. (1974). *The interval training: conditioning for sports and general fitness*. Philadelphia PA: Saunders. p. 257-258.
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Khamis, H., & Roche, A. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics* 94, 504–507.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exercise and Sports Science Review*, 14, 325-357.
- Malina, R., Choh, A., Czerwinski, S., & Chumlea, C. (2016). Validation of maturity offset in the Fels Longitudinal Study. *Pediatric Exercise Science*, 28, 439-455.

- Malina, R., & Koziel S. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 1374-1382.
- Malina, R., & Koziel, S. (2014a) Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 424–37.
- Malina, R., Rogol, A., Cumming, S., Coelho-e-Silva, M., & Figueiredo, A. (2015). Biological Maturation of Youth Athletes: Assessment and Implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852-859.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry. ISBN 0-62036207-3.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689– 694.
- Roche, A., Chumlea, W., & Thissen, D. (1988). *Assessing the skeletal maturity of the hand wrist - FELS method*. Springfield, IL: CC Thomas.
- Roche, A., Tyleshevski, F., & Rogers, E. (1983). Non-invasive measurement of physical maturity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(4), 364–371.
- Semenick, D. (1994). *Testing protocols and procedures*. In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of strength training and conditioning* (p.258-273), Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sherar, L., Mirwald, R., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *Journal of Pediatrics*, 147(4), 508–514.
- Slaughter, M, Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, 60, 709-723.
- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N., Specos, C., Sheppard, J., & Newton R. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athlete. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415-2423.
- Tanner, J., Healy, M., Goldstein, H., & Cameron, C., (2001). *Assessment of skeletal maturity on of adult height (TW3 Method)*. London: W.B. Saunders.

CAPÍTULO III

ESTUDO I

Estudo I

Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy

Sérgio Ramos^{1*}, Anna Volossovitch², António P. Ferreira², Isabel Fragoso², Luís M. Massuça^{1,2,3}

¹ *Faculty of Physical Education and Sport, Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal*

² *CIPER, Faculty of Human Kinetics, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal*

³ *ICPOL, Higher Institute of Police Sciences and Internal Security, Lisbon, Portugal*

***Journal:** Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., Fragoso, I., & Massuça, L.M. (2019). Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *Journal of Sports Science*, 00, 1-10.

3.1. ABSTRACT

The present study aims (i) to compare the maturational, morphological and fitness attributes of young basketball players of primary and secondary teams of an elite basketball academy, and (ii) to identify the set of morphological and fitness attributes which better discriminate the players from the two teams. A total of 116 male basketball players of an elite basketball academy were divided into primary (team A) and secondary (team B) teams in two age groups (U-14 and U-16). All the players were evaluated during two consecutive seasons and data related to players' practice experience, maturational, morphological and fitness attributes were collected at the beginning of the competition period.

The results of the study suggest that: (i) in both age categories, team A players were older, more mature, bigger in size and had greater fitness profiles than team B players; (ii) stature and abdominal resistance were identified as discriminant attributes for youth basketball player performance; (iii) aerobic capacity for U-14 and agility for U-16 were identified as specific discriminant attributes for performance in youth basketball.

Coaches are recommended to avoid premature talent identification and provide players with opportunities to progress through the talent pathway, at least until U-16 age category.

Keywords: team sports, physical fitness, morphology, skeletal age, talent identification

3.2. INTRODUCTION

Recent literature on youth sport has expanded from talent identification to talent development (Güllich, 2014; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008). Talent identification refers to the process of recognizing current participants with the potential to become elite players, while talent development implies providing the most learning environment, so players have the opportunity to realize their potential (Vaeyens et al., 2008). This emphasis raised a relevant problem of categorization of young athletes in different stages of their long-term sports career and highlighted the need to examine the differences between levels of performance and how those differences evolve over time (Elferink-Gemser, Visscher, Lemmink, & Mulder, 2007). Thus, for proper organization of the talent

selection and development programs in basketball, it is important to identify a set of attributes associated to success of basketball players of different age groups.

Basketball is a dynamic and complex team sport which combines explosive movement structures, such as short sprints, abrupt stops, fast changes in direction, acceleration and vertical jumps (Erčulj, Blas, & Bračič, 2010). In addition to technical/tactical skills (Trninić & Dizdar, 2000) and psychological factors (Phillips, Davids, Renshaw, & Portus, 2010), game performance in basketball is also influenced by players' anthropometric characteristics (e.g., stature, body mass and arm span), body composition (Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006) and fitness attributes (Drinkwater, Pyne, & Mckenna, 2008). The determinants of competitive success vary across different age groups (Ibanez, Mazo, Nascimento, & Garcia-Rubio, 2018; Rubajczyk, Swierzek, & Rokita, 2017). The majority of talent identification and selection programs are conducted during adolescence (Vaeyens et al., 2008). This developmental stage is characterized by great biological transformations, which can confound prediction of future performances (Pearson, Naughton, & Torode, 2006; Vaeyens et al., 2008). In this period, young athletes with the same chronological age and who are competing in the same age group may present different biological development levels (Balyi & Hamilton, 2004; Lloyd, Oliver, Faigenbaum, Myer, & De Ste Croix, 2014). This may lead to advantages for early maturing athletes compared to late maturing athletes (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). The differences in morphological and fitness attributes between early and late maturers are most evident during their fastest period of growth, known as the growth spurt. For male athletes, this stage normally corresponds to ages between 12 and 15 years (Philippaerts et al., 2006).

Portuguese youth basketball teams adopt a 2-year cohorts, and maturational differences between individuals of the same category tend to be reinforced by the fact that some players are born in the first months of the first semester (i.e., period of six months) and others, almost two years later, in the last months of the fourth semester (Steingrover, Wattie, Baker, Helsen, & Schorer, 2017).

The difference in age between children born in the same year (one year cohorts) and their performance and participation consequences (regardless of whether they are relatively younger or older) are known as 'relative age effects' (Barnsley & Thompson, 1988; Musch & Grondin, 2001). This phenomenon was observed in basketball (Delorme & Raspaud, 2009; Torres-Unda et al., 2016) and other team sports (Helsen et al., 2012; Schorer, Wattie, & Baker, 2013; Till et al., 2010).

Although considerable amount of research has been carried out to identifying differences between playing status or age groups, much less attention has been paid to the youth selection process at a local (academy) level (Johnston, Wattie, Schorer, & Baker, 2018). Thus, the study of how the biological maturity, morphological and fitness attributes of young basketball players influence their selection process at a top elite academy may positively contribute to the literature. Therefore, the purposes of this study were: (i) to compare the maturational, morphological and fitness attributes of U-14 and U-16 basketball players who integrated the first team (team A) and the secondary team (team B), and (ii) to identify the set of morphological and fitness attributes differentiating team A from team B players.

3.3. METHODS

3.3.1. Subjects

A total of 116 young male basketball players of two age categories Under-14 (U-14) and the Under-16 (U-16) participated in the study. The chronological age of players ranged between 12 and 15 years. All the players were included in the Basketball Players Training Program developed by the Sport Lisboa e Benfica – Elite Basketball Academy (SLB-EBA). The SLB-EBA is a SLB basketball organization, especially dedicated to the development of youth basketball training programs. Every season, players of each age category of SLB-EBA are involved in the talent identification and development program and are assigned one of two teams. The first team is known as the “primary team” or “team A”, which is comprised of athletes who are considered the 'best players' in the age group. The “secondary team”, also known as the “team B”, is comprised of the players who were not selected from to the “team A”. The primary team participates in the National Championships of U-14 or U-16 categories, organized by Portuguese Basketball Federation; and secondary team participates in the U-14 or U-16 Lisbon Regional Championships organized by Lisbon Basketball Association.

Because Portuguese youth basketball adopts a 2-year cohorts, the date of birth of the participants in the same age group was divided in 4 semesters accordingly: S1, January 1– June 31 (second year in the age category); S2, July 1– December 31 (second year in the age category); S3, January 1 – June 31 (first year in the age category); and S4, July 1 – December

31 (first year in the age category). All the athletes of the same age group underwent the same training program per week: U-14 players had 4 training sessions and 360 minutes of practice; and U-16 players had 5 training sessions and 450 minutes of practice. Data related to players' maturational, morphological and fitness characteristics were collected at the beginning of the competition period (November) in two consecutive seasons. A total of 26 players from team A and 29 players from team B of U-14 category, and 32 from team A and 29 players from team B of U-16 category were assessed.

All the participants received a clear explanation of aims and procedures of the study. Only the players whose parents or legal guardians had signed an informed consent form were permitted to participate in the study. The study was authorized by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport – Universidade Lusófona and performed according to the Helsinki declaration.

3.3.2. Procedures

The evaluation protocol used in the study examined maturational, morphological, and fitness evaluations.

Age and maturity evaluation

Chronological age (CA; in decimals) was calculated as the difference between the date on which the anthropometric measures were taken and the date of birth. Skeletal age (SA) was considered to determine biological maturity, which was obtained through radiographs of left wrist. Thirteen bones were evaluated by comparing the ossification phase of each bone with a radiographic atlas according to the Tanner-Whitehouse Method III - TW3 method (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001). The x-ray was performed in one session, and its effective radiation dose was estimated between 3 and 5-millirem (0003-0007 rads), representing approximately 5% of an allowable annual dose. One very skilled technician who has read more than 4000 X-rays using this method evaluated the SA of each participant blinded to participants' chronological age. Every six months this technician compares his readings with the readings of an expert (one of the authors of the TW III Method) and an inter examiner reliability was calculated (ICC: 0.86-0.98).

Morphological evaluation

Body mass, stature, arm span, and three skinfolds (triceps, TRI; calf, GML; and subscapular, SBS) were measured following the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006). Arm span was measured as a perpendicular distance between the longitudinal planes of the left and right dactylion, while hand span was measured as the greater distance between the longitudinal planes of the first and fifth fingers (Massuça & Fragoso, 2013). Body mass was measured, to the nearest 0.5-kg, using a scale (Secca model 761 7019009, Vogel & Halke, Germany) and stature was measured to the nearest mm (0.1-cm) using a Siber-Hegner anthropometric kit (DKSH Ltd., Zurich, Switzerland). The three skinfolds were measured using a Rosscraft Slim Guide Skinfold (2001) caliper, which allows reading of millimeters up to the 10th (at a pressure on the tips of 10-mg/cm²). All measures were taken by two certified ISAK anthropometric technicians in a private and heated room within medical facilities. Individual measurements of all subjects were collected by the same ISAK evaluators (Intra-observer technical error of measurements (TEM): stature, $R \geq 0.98$; skinfolds, between $R = [0.92-0.98]$).

The body composition analysis included evaluation of fat mass (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kreamer), free-fat mass (Hoffman et al.) and body mass index (BMI) (Frisancho, 2008). The relative FM (%FM) and the FFM (kg) were estimated from the value of skinfolds. The %FM was calculated as the arithmetic mean of the %FM values obtained through the equations proposed by Lohman (Equation 1: $\%FM = 1.35 \times (TRI + SBS) - 0012 \times (TRI + SBS)^2 - I$, and $I = \text{constant}$) (Lohman, 1986) and Slaughter and colleagues (Equation 2: $\%FM = 0.735 \times (TRI + GML) + 1$) (Slaughter et al., 1988). BMI was calculated by the formula $BMI = \text{Body mass} / \text{Stature}^2$ (Kg/m²).

Fitness evaluation

Before the fitness tests all the participants performed a 20-min standardized warm-up routine (a slow jogging followed by static and dynamic stretching). The test's order was not fixed, except for the line drill test and the Yo-Yo intermittent recovery test, which were always performed last to avoid the influence of fatigue in the results of other tests. The players were allowed a 10-min passive rest between tests, as well as water breaks and extra rest time. Each participant was verbally instructed and encouraged to give his/her maximal

effort. All players completed eight fitness tests, from which nine variables were collected for analysis.

Speed test. The 20-m speed test was performed according to the protocol described by Jakovljevic and colleagues (Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculz, 2012) and consisted of a 20-m race. All participants departed from a standing position. The time of speed test was recorded in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA). The best time of two attempts was registered. The intraclass correlation coefficient (ICC) for the speed test was $r = 0.937$ ($p < 0.001$).

T-Test. T-test was used for the agility assessment (Delextrat & Cohen, 2009; Jakovljevic et al., 2012). When performing the test, participants started from the standing position at the final line of the basketball court, sprinted 9.15-m in straight line touching the cone A, slipped into defensive position and touched the cone B that was 4.55-m away to the left from cone A, slid defensively to cone C, which was at 4.55-m distance to the right of the cone A (9.10-m from cone B), defensively slid back to the cone A, which was at 4.55-m from cone C and ran backward to the starting line (Jakovljevic et al., 2012). The time of T-test test was recorded in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA). The best time of two attempts was registered. The ICC for the T-test was $r = 0.962$ ($p < 0.001$).

Vertical jump test. The explosive and elastic leg strength were tested in the squat jump (SJ) and counter movement jumps (CMJ), following the protocol described by Bosco and co-authors (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983). The height (centimeters, cm) and power (Watts, W) of vertical jumps were recorded with a Chronojump measurement technology (Bosco System, Globus, Italy). The best record of two attempts was recorded. In both tests, the retry interval was 10-s. For the SJ the participant initiated from a squatting position – first performing a crouching action followed immediately by a jump to maximal height (Bosco et al., 1983). For the CMJ the participant was allowed a downward movement by rapidly bending and extending his knees to jump as high as possible. During the CMJ the participant maintained his trunk in an upright posture and their hands-on hips to eliminate the influence of arm swing. The ICC for height and power of SJ test were $r = 0.986$ ($p < 0.001$) and $r = 0.996$ ($p < 0.001$), respectively. The ICC for height and power of CMJ test were $r = 0.976$ ($p < 0.001$) and $r = 0.994$ ($p < 0.001$), respectively.

two-kilogram medicine ball throw. The upper-limb explosive strength was tested using the medicine ball throw (MBT). Participants started the test from a sitting position with the

back against the wall using a release from the chest. The distance (cm) attained in the best of two attempts was recorded. MBT was used in similar studies to measure the explosive upper body strength (Delextrat & Cohen, 2009; Santos & Janeira, 2008). The ICC for the 2-kg MBT test was $r = 0.982$ ($p < 0.001$).

Handgrip strength. The handgrip (HG) strength was assessed with a dynamometer (Takei Physical Fitness Test, TKK 5001, GRIP - A). Participants performed the test twice with each hand, and the sum of best results achieved by left and right hand was recorded (in kg). The ICC for the right and left handgrip test were $r = 0.990$ ($p < 0.001$) and $r = 0.989$ ($p < 0.001$), respectively.

Abdominal strength. An athlete's abdominal strength was assessed using the 60-seconds sit-up test (Semenick, 1994). The participants completed one trial and the number of repetitions was recorded.

Aerobic capacity. The Yo-Yo intermittent recovery test, level 1 (YYIR1) was used to assess players' aerobic capacity (Ben-Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna, 2010; Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008). The YYIR1 consists of two times 20-m progressive speed sprints interspersed with 10-s active recovery, performed until exhaustion after pre-recorded acoustic signals (Bangsbo, 1994). From the results of YYIR1, the maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$) was estimated by applying the equation proposed by Bangsbo and colleagues (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008) based on the distance covered by athletes ($\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min) YYIR1 = (distance; in m) $\times$ 0.0084 + 36.4).

Anaerobic capacity. The Line Drill (LD) test was used to assess anaerobic capacity (Carvalho et al., 2011). Subjects ran 140-m as quickly as possible in the form of four consecutive round trip sprints of 5.8-m, 14.0-m, 22.2-m and 28.0-m in basketball court. Athletes started the test one meter behind the basketball court bottom line. The time was recorded by photoelectric cells (Wireless Sprint System, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) placed at the bottom line where athletes change direction after the one-way sprint trip.

3.3.3. Statistical analysis

All the analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS version 22.0, IBM SPSS, Chicago, IL), and the significance was set at 5% with effect sizes (Cohen's d) also calculated.

Exploratory data analysis was conducted for birth dates distribution. The descriptive data are presented as means and standard deviations ($M \pm SD$). After normality and homogeneity of variances inspection (Shapiro-Wilk test and the Levene test, respectively) a corrective mathematical transformation was applied, where necessary.

The significant differences among the average maturity, morphologic and fitness variables between team A and team B of U-14 and U-16 age groups were evaluated using Student t-test for independent samples. An analysis of covariance (ANCOVA) with Bonferroni adjustment was conducted to evaluate the effect of biological maturity on morphological and fitness attributes (SA has been used as the confounding variable). The variables, for which significant differences have been identified between groups, were used in the Stepwise Discriminant Function Analysis to determine what set of variables discriminated team A from team B players (in U-14 and U-16 age groups). The assumption of equality of the group covariance matrices was checked by Box's M test (Carter, Ackland, Kerr, & Stapff, 2005).

3.4. RESULTS

In U-14 category, the majority of team A players were born in the first (35.7%) and second (25.9%) semester while team B players in the fourth semester (37%) (see Figure 1). In addition, team A players were, on average, older (+ 0.4 years), more mature (+ 1.19 years), and had superior body size measurements and superior performance in all analyzed fitness attributes compared to team B players. Significant differences were observed (all in favour of team A) in maturity (SA; $p = 0.011$, $d = 0.71$), stature ($p = 0.004$, $d = 0.82$), arm span ($p = 0.026$, $d = 0.62$), lean mass ($p = 0.025$, $d = 0.60$), speed ($p = 0.044$, $d = 0.54$), agility ($p < 0.001$, $d = 1.04$), abdominal resistance ($p = 0.001$, $d = 0.97$), upper-body strength (MBT, $p = 0.005$, $d = 0.79$), aerobic ($p = 0.002$, $d = 0.87$) and anaerobic ($p = 0.001$, $d = 0.97$) capacities. When maturity was considered, significant differences remain in agility, abdominal resistance, and aerobic capacity and anaerobic capacity (Table 1). Discriminant analysis showed that the combination of stature (coefficient: 0.692), abdominal resistance (coefficient: 0.604) and aerobic capacity (coefficient: 0.604) successfully discriminated team A from team B players ($\Lambda = 0.580$, $\chi^2(2) = 28.078$, $p < 0.001$; correct classification, 78.2%; Table 2).

In U-16 category, team A players were born mostly in the first (39.3%) and second (35.7%) semester while team B players did it in the third (35.5%) and fourth semester (38.7%) (see Figure 3.1). In addition, team A players were, on average, older (+ 0.53 years), more mature (+ 0.82 years), and demonstrated superior performance in all fitness evaluations than team B players. Significant differences were observed in chronological age ($p < 0.001$, $d = 1.11$), skeletal age ($p = 0.004$, $d = 0.79$), body mass ($p < 0.001$, $d = 1.01$), stature ($p < 0.001$, $d = 1.26$), arm span ($p < 0.001$, $d = 1.08$), lean mass ($p = 0.001$, $d = 1.29$), agility ($p < 0.001$, $d = 1.07$), lower-limb power (SJ, $p < 0.001$, $d = 1.19$; CMJ, $p < 0.001$, $d = 1.16$), abdominal resistance ($p = 0.040$, $d = 0.55$), upper-body strength (MBT, $p < 0.001$, $d = 1.18$; HG, $p = 0.023$, $d = 0.61$) and anaerobic capacity ($p = 0.004$, $d = 0.75$). When the effect of maturity was statistically removed and with exception of the squat jump power and handgrip strength, most of the previously observed differences remained (Table 3.1). Discriminant analysis showed that the combination of stature (coefficient: 0.963), agility (coefficient: -0.652) and abdominal resistance (coefficient: 0.451) successfully discriminated team A from team B players ($\Lambda = 0.455$, $\chi^2(2) = 42.932$, $p < 0.001$; correct classification, 89.8%; Table 3.2).

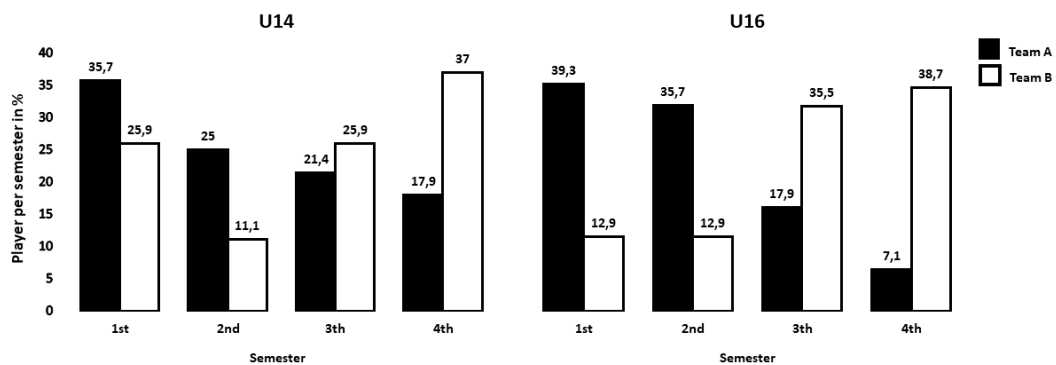


Figure 3.1. Distribution of player's birth semesters of Team A and Team B players in U-14 and U-16 categories

Table 3.1. Biological maturity, morphological and fitness attributes of U-14 (n = 55) and U-16 (n = 59), team A and team B, from a European elite basketball academy.

	U-14				U-16			
	Team A	Team B	t - Test	ANOVA (SA ^a)	Team A	Team B	t - Test	ANOVA (SA ^b)
CA (years)	13.00±0.66	12.60±0.98	ns	-	15.17±0.48	14.63±0.49	<.001	-
SA (years)	13.93±1.43	12.74±1.87	.011	-	15.86±0.83	15.04±1.21	.004	-
Body mass (kg)	53.89±12.50	49.32±15.10	ns	ns	72.21±11.44	59.83±13.04	<.001	.035
Stature (cm)	167.50±11.27	158.30±11.29	.004 ^c	ns	186.13±9.73	172.73±11.51	<.001	.001
Arm span (cm)	170.63±13.88	162.06±13.81	.026	ns	191.79±10.93	177.82±14.72	<.001	.010
BMI (kg/m ²)	18.97±2.60	19.26±3.56	ns	ns	20.77±2.31	19.84±2.64	ns	ns
FM (%)	15.76±5.10	19.14±7.66	ns	ns	15.78±4.94	16.12±4.12	ns	ns
FFM (kg)	45.28±10.38	39.22±9.88	.025 ^c	ns	60.39±6.87	49.86±9.22	.001	.001
V20m (s)	3.55±0.24	3.70±0.31	.044	ns	3.28±0.18	3.32±0.17	ns	ns
Agility - TT (s)	11.47±0.73	12.37±0.98	<.001	.001	10.17±0.57	10.91±0.79	<.001 ^c	<.001
SJ height (cm)	25.84±4.64	24.33±5.32	ns	ns	30.35±4.97	27.89±4.98	ns	ns
SJ Power (W)	595.43±161.54	534.74±166.94	ns	ns	857.88±125.65	683.23±165.01	<.001	.004
CMJ height (cm)	26.54±5.25	25.14±6.12	ns	ns	31.87±5.12	29.51±5.25	ns	ns
CMJ Power (W)	603.21±167.21	542.65±169.99	ns	ns	879.88±133.24	703.22±168.72	<.001	ns
Sit-up (repetitions)	37.36±6.36	30.89±7.14	.001 ^c	.001	43.46±9.71	38.71±7.34	.040	.005
Sum HG (kg)	54.97±13.75	49.35±17.68	ns	ns	80.74±14.97	70.24±19.02	.023	ns
MBT (m)	4.82±1.18	3.99±0.89	.005	ns	6.36±0.73	5.33±0.99	<.001	.004
$\dot{V}O_2$ max (ml/kg/min)	44.07±2.33	42.10±2.18	.002	.002	47.27±4.74	47.44±3.67	ns	ns
Line Drill (s)	31.76±1.81	33.70±2.17	.001	.001	29.63±1.87	30.87±1.39	.004 ^c	.011

Legend: ^a, covariant: skeletal age (SA) = 13.3449; ^b, covariant: skeletal age (SA) = 15.4403; ^c p-value with log transformed variable; BMI: Body mass index; CMJ: countermovement jump; CA: Chronological age; FM: Fat mass; FFM: Free-fat mass; MBT: Medicine Ball Throw; ns, not significant; SA, skeletal age; SJ: squat jump; Sum HG: Sum of right and left handgrip; Agility - TT: time in the T-test; V20m: 20 m sprint time; $\dot{V}O_2$ max: relative maximal oxygen consumption.

Table 3.2. Summary of standardized canonical discriminant function coefficients, eigenvalues, variance and correct classification cases in U-14 and U-16 selection processes from a European elite basketball academy

	U-14	U-16
Stature (cm)	0.692	0.963
Agility - TT (s)	-	-0.652
Sit-up (repetitions)	0.604	0.451
$\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg/min)	0.604	-
Eigenvalue	0.725	1.198
Cases correctly classified (%)	78.2	89.8
Function	$\Lambda = 0.580$ $\chi^2 (2) = 28.078$ $p < 0.001$	$\Lambda = 0.455$ $\chi^2 (2) = 42.932$ $p < 0.001$

3.5. DISCUSSION

The results of the present study suggest that (i) team A players are older, more mature, bigger in size and have greater fitness profiles than the team B players; (ii) stature and abdominal resistance correctly distinguished the best players from others in both categories: U-14 and U-16; (iii) aerobic capacity discriminates youth basketball players according to their level in U-14, and agility in U-16 category; and (iv) biological maturation (SA) had an effect on the reported discriminant attributes in the stature of U-14 category.

Traditionally, stature is considered an important variable in basketball performance at youth level (Karpowicz, 2006; Torres-Unda et al., 2013, 2016). Our first analysis showed that players from team A were significantly taller than players from team B in the U14 category by 9.2cm and by 13.4cm in the U16 category. This observation, together with the results of the discriminants analysis, helps to reiterate the importance of stature as a key factor for talent selection in youth basketball.

Although playing positions were not considered in the present study, it is worth mentioning that U-16 players are at the beginning of the specialization stage of the long-term athlete development framework (Côté, Horton, MacDonald, & Wilkes, 2009). In this stage they usually choose their specific playing positions. Ostojic and colleagues reported that stature was a key variable at the professional level of basketball and also mentioned that the stature of players of all basketball playing positions has been increasing over time (Ostojic et al., 2006). Therefore, it is proposed that the selection process in youth basketball

tends to express this trend, similar in all playing position, highlighting the coaches' concern in selecting athletes that can fit elite' basketball profile, characterized by a high stature.

Body size differences are often related with advanced physical maturity and also RAE.

Literature suggests that RAE can be explained by advanced physical maturity of older players and, consequently, bigger body size, which provides an advantage in the player's performance (Fragoso, Massuca, & Ferreira, 2015; Helsen et al., 2012). The results of the present study confirmed the overrepresentation of players born in the second year of the age category (i.e., first and second semesters) in both age categories, thereby confirming the presence of RAE in the player's selection process. In fact, almost 61% (U-14) and 65.1% (U-16) of team A players were born in the first and second semesters. Further, almost 63% (U-14) and 74.2% (U-16) of team B players were born in the third and fourth semesters. Previous studies observed this tendency in basketball (Delorme & Raspaud, 2009; Torres-Unda et al., 2013), soccer (Helsen et al., 2012), handball (Aguilar, Garcia, & Romero, 2017; Gomez-Lopez, Sanchez, Granero-Gallegos, & Rios, 2017), rugby (Till et al., 2010), and ice hockey (Sherar, Baxter-Jones, Faulkner, & Russell, 2007).

The finding that abdominal resistance was identified as a significant discriminating attribute for the level of performance of U14 and U16 players is not in accordance with the findings of Hoare (2000). The author of this study did not find significant differences in the seven stage multi-level abdominal test between U16 basketball players with different level of performance (Hoare, 2000). In fact, the test used in the present study and the one used in Hoare (2000), to evaluate abdominal strength, have different protocols, which does not help the comparison of results.

The occurrence of numerous situations requiring multiple and rapid changes of direction in a small space field, could explain the relevance of agility in basketball (Jakovljevic et al., 2012). A previous study with 125 U-16 male basketball players observed that players with better playing performances had, on average, better agility performances than the rest of players in all specific positions (i.e., point guard, off guard, small forward, power forward and centre) (Hoare, 2000). Recent research also highlighted agility as an important attribute for the performance of young basketball teams. U-14 male players from higher-ranked teams have been reported to be more agile than players from lower-ranked teams (Ramos et al., 2018). The results of the present study are in line with these findings, suggesting agility is a fundamental attribute for the performance in youth basketball.

Discriminant analysis also revealed that aerobic capacity can be considered a distinguishing attribute for the selection process of U-14 basketball players. Previous studies

demonstrated how aerobic fitness contributes to improving of basketball performance (Ben Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007; Castagna et al., 2008) (i) by generating and maintaining power output during repeated sprints or high-intensity accelerations with short recovery intervals (Meckel, Gottlieb, & Eliakim, 2009) and (ii) by enhancing the ability to recover from the anaerobic efforts during a game (Tomlin & Wenger, 2001). In addition, other researchers reported that elite junior basketball players had higher aerobic performances than their lower-level counterparts (Drinkwater et al., 2008; Vernillo, Silvestri, & La-Torre, 2012).

Significant differences in skeletal age, which were identified between team A and team B players in both age categories, help shed light on the influence of biological maturation on the selection process in youth basketball. Coelho-e-Silva and colleagues (2004) also reported that majority of basketball players selected for the Portuguese Junior National team (aged from 15 to 16 years) had advanced maturation status and none of the players was a late maturing athlete (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz, & Malina, 2004). The same authors noted that the selection process in basketball U-16 category favours individuals with superior body size and with a more advanced biological development. The finding that team A players were taller and more mature than their team B counterparts suggests that players may be selected to team A as a product of their physical advantage. These findings are in line with conclusions of numerous studies conducted with young players of roller hockey (Coelho-e-Silva et al., 2012; Figueiredo, Coelho-e-Silva, Cummings, & Malina, 2010; Matthys, Vaeyens, Coelho-e-Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012; Torres-Unda et al., 2013).

The variability of maturation processes may lead to different biological development levels of youth basketball players of the same chronological age (Balyi & Hamilton, 2004), which results in a higher fitness performance, especially in tasks that require speed, agility, explosive strength, and muscular endurance (Malina et al., 2004). In a sport like basketball, where body size and strength have a decisive role in performance (Karpowicz, 2006; Ostojic et al., 2006), the physical advantages contribute to the superior athletic performance and, consequently, may increase the likelihood of being selected for the team A.

The findings of present study suggest that maturation status may be related to morphological and fitness attributes (Table 1). The effect of maturation is more pronounced in U-14 category than in U-16 category (i.e., in U-14 category all the morphological differences related to the selected groups disappeared when the skeletal age effect was statistically controlled).

Consistent with the findings of our study for U-14 category, Coelho-e-Silva and colleagues (2010) found that maturity status of young basketball players (aged from 12.0 to 13.9 years-old) explained a significant portion of variance in body size and had a significant effect for upper-limb strength (Coelho e Silva et al., 2010). The same authors also mentioned that maturity status did not influence sit-ups or aerobic endurance, which has been observed in the present study. Our results illuminate that, with exception of stature in U-14 category, the biological maturity does not have a statistically significant result on the selected U-14 and U-16 discriminant attributes, such as agility, abdominal resistance, aerobic capacity and stature in U-16 category.

It is important to mention that in the U-16 age category, the observed differences between team A and team B players for stature and agility were not explained only by maturation status, but also by the players individual characteristics and level of physical fitness.

Finally, the set of identified attributes discriminating the team A from team B players in youth basketball (U-14 and U-16) are in line with previous studies highlighting body size and muscle strength as key attributes for basketball performance (Karpowicz, 2006; Ostojic et al., 2006), which may play a large role in the selection process of the elite basketball teams (Coelho-e-Silva et al., 2004; Torres-Unda et al., 2013).

The present study focuses on physical fitness and maturation variables. This two-dimensional approach, while valid, is still reductive because does not reflect the multidimensionality of sport success and can be considered as the main limitation of this study. Thus, future research should consider using more holistic approaches (Johnston et al., 2018; Massuca, Fragoso, & Teles, 2014; Vaeyens et al., 2008) that include in the talent identification and development programs the analysis of other important factors, such as psychological, technical and tactical. This study was conducted through two seasons. To identify the potential similarities or differences with selections through different recruitment classes in the future studies it would be useful to consider multiple seasons comparisons. A longitudinal study may help provide a more robust understanding of the discriminating factors that emerge through selections and throughout age cohorts. Our work shed light only on the male basketball young athlete demographic, further research should focus on the selection process in the youth female basketball. It should also be mentioned that in the U-14 group, 78.2% of players were correctly classified. This means that more than 20% of athletes were selected based on some other factor (or combinations of factors) that may affect the selection. This finding has social consequences as there may be false negatives and false

positives happening during selection of young basketball players. This assumption highlights the importance to focus on talent development programs instead of early talent identification and selection, which are based on biological determinants and genetic factors. The initial stages of selection, conducted in the clubs, may have a decisive influence on the sports training process of young players. Athletes selected for the first team often have access to better practice conditions (i.e., better coaches, higher level of internal competition, better organized and demanding practice), crucial for their talent development. Thus, coaches are recommended to provide all young players with opportunities to progress into the talent pathway, rather than prematurely exclude those who do not fit into the models, at least until U-16 age category.

Despite the above-mentioned limitations, the study of differences between team A and team B male basketball players at the U-14 and U-16 level contribute to the understanding of factors influencing selection and player performance in those cohorts.

3.6. REFERENCES

- Aguilar, O., Garcia, M., & Romero, J. (2017). Constituent year effect in international handball at high level. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(2), 316-324.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). *Long-Term Athlete Development: Trainability in childhood and adolescence*. Windows of opportunity. Optimal trainability. Victoria: National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance Ltd.
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in Football: A scientific approach*. Copenhagen: August Krogh Institute, University of Copenhagen.
- Bangsbo, J., Iaia, F., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 1-15.
- Barnsley, R. H., & Thompson, A. H. (1988). Birthdate and success in minor hockey - the key to the NHL. *Canadian Journal of Behavioural Science-Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 20(2), 167-176.
- Ben-Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.

- Ben-Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Carter, J., Ackland, T., Kerr, D., & Stapff, A. (2005). Somatotype and size of elite female basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1057-1063.
- Carvalho, H., Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Castagna, C., Philippaerts, R., & Malina, R. (2011). Cross-validation and reliability of the line-drill test of anaerobic performance in basketball players 14-16 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1113-1119.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Rampinini, E., D'Ottavio, S., & Manzi, V. (2008). The yo-yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 202-208.
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho, H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Coelho-e-Silva, M., Vaz, V., Simões, F., Carvalho, H., Valente dos Santos, J., Figueiredo, A., . . . Malina, R. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 1793-1802.
- Côté, J., Horton, S., MacDonald, D., & Wilkes, S. (2009). The benefits of sampling sports during childhood. *Physical and Health Education Journal*, 74(4), 6-11.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Delorme, N., & Raspaud, M. (2009). The relative age effect in young French basketball players: a study on the whole population. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 235-242.

- Drinkwater, E., Pyne, D., & Mckenna, M. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Lemmink, K., & Mulder, T. (2007). Multidimensional performance characteristics and standard of performance in talented youth field hockey players: a longitudinal study. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 481-489.
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračič, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Figueiredo, A., Coelho-e-Silva, M., Cummings, S., & Malina, R. (2010). Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. *Paediatric Exercise Science*, 22(4), 596-612.
- Fragoso, I., Massuca, L. M., & Ferreira, J. (2015). Effect of birth month on physical fitness of soccer players (under-15) according to biological maturity. *International Journal of Sports Medicine*, 36(1), 16-21.
- Frisancho, A. (2008). *Anthropometric standards: an interactive nutritional reference of body size and body composition for children and adults (2nd ed.)*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Gomez-Lopez, M., Sanchez, S., Granero-Gallegos, A., & Rios, L. (2017). Relative age effect in handball players of Murcia: Influence of sex and category of game. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(3), 565-573.
- Güllich, A. (2014). Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *European Journal of Sport Science*, 14(6), 530-537.
- Helsen, W., Baker, J., Michiels, S., Schorer, J., Van Winckel, J., & Williams, A. (2012). The relative age effect in European professional soccer: Did ten years of research make any difference? *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1665-1671.
- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3 (391-405).
- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C., & Kreamer, W. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.

- Ibanez, S., Mazo, A., Nascimento, J., & Garcia-Rubio, J. (2018). The Relative Age Effect in under-18 basketball: Effects on performance according to playing position. *Plos One*, 13(7), 11. doi:10.1371/journal.pone.0200408
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent identification in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 97-109.
- Karpowicz, K. (2006). Interrelation of selected factors determining the effectiveness of training in young basketball players. *Human Movement*, 7(2), 130-146.
- Lloyd, R., Oliver, J., Faigenbaum, A., Myer, G., & De Ste Croix, M. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1454–1464.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise Sports Sciences Reviews*, 14, 325-357.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity (2nd edition ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2013). A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(180), 143-151.
- Massuça, L., Fragoso, I., & Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 178–186.
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(7), 543-549.
- Meckel, Y., Gottlieb, R., & Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107(3), 273-279.
- Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21(2), 147-167.

- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 640-744.
- Pearson, D., Naughton, G., & Torode, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 277-287.
- Philippaerts, R., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., . . . Malina, R. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Phillips, E., Davids, K., Renshaw, I., & Portus, M. (2010). Expert performance in sport and its dynamics of talent development. *Sports Medicine*, 40(4), 271-283.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00^[SEP](00), 1-10. doi:10.1519/JSC.0000000000002691
- Rubajczyk, K., Swierzko, K., & Rokita, A. (2017). Doubly disadvantaged? The Relative Age Effect in Poland's basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(2), 280-285.
- Santos, E., & Janeira, M. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 903-909.
- Schorer, J., Wattie, N., & Baker, J. (2013). A new dimension to relative age effects: constant year effects in German youth handball. *Plos One*, 8(4), 7.
- Semenick, D. (1994). *Testing protocols and procedures*. In T. R. Baechle & R. W. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (pp. 258-273). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sherar, L., Baxter-Jones, A., Faulkner, R., & Russell, K. (2007). Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 879-886.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.

- Steingrover, C., Wattie, N., Baker, J., Helsen, W. F., & Schorer, J. (2017). The interaction between constituent year and within-1-year effects in elite German youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(6), 627-633.
- Tanner, J., Healy, M., Goldstein, H., & Cameron, C. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method)*. London: W.B. Saunders.
- Till, K., Cogley, S., Wattie, N., O'Hara, J., Cooke, C., & Chapman, C. (2010). The prevalence, influential factors and mechanisms of relative age effects in UK Rugby League. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 320-329.
- Tomlin, D., & Wenger, H. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., . . . Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., . . . Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Trninić, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Coll Antropol*, 24(1), 217-234.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A., & Philippaerts, R. (2008). Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Sports Medicine*, 38(9), 703-714.
- Vernillo, G., Silvestri, A., & La-Torre, A. (2012). The Yo-Yo intermittent recovery test in junior basketball players according to performance level and age group. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2490-2494.

CAPÍTULO IV

ESTUDO II

Estudo II

Differences in maturity, morphological and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese regional basketball teams

Sérgio Ramos^{1*}, Anna Volossovitch², António P. Ferreira², Carlos
Barrigas², Isabel Fragoso², Luís Massuça^{1,2,3}

¹ *Faculty of Physical Education and Sport, Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal*

² *CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal*

³ *ICPOL, Higher Institute of Police Sciences and Internal Security, Lisbon, Portugal*

***Journal:** Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00, 1-10.

4.1. ABSTRACT

During a national championship, the anthropometric, physiological and maturation attributes of 13-14-year-old players of regional selection basketball teams and their association with team's final classification were analyzed. Body parameters (weight, height, skinfolds and lengths) were measured and physiological capacities assessed by sprint (20 m), agility, jump and upper body strength tests. Chronological age (CA), maturity offset (years from age at peak height velocity; YAPHV) and predicted age at peak height velocity (APHV) were calculated.

In both sexes, no significant differences were found for maturity. Anthropometric and physiological analysis indicated that male players from finalist's teams were significantly faster, more agile, threw the medicine ball longer and showed lower percentages of body fat than players from lower-ranked teams. Further, semi-finalists were faster than lower-ranked players. In the same sense, female players from semi-finalist teams demonstrated to be significantly faster, more agile and threw the medicine ball longer than female players from lower-ranked teams. In addition, discriminant analysis showed that speed (in boys) and the combination of speed and upper limb strength (in girls) could successfully discriminate players with different performances in a championship.

In conclusion, speed and upper limb strength appear to be the physical attributes associated to better team performance in youth basketball. Coaches should be aware of the relationship between the improvement of these physical attributes and the teaching-learning process of the basketball game.

Keywords: youth basketball, maturation, physical fitness, team performance

4.2. INTRODUCTION

Basketball is a dynamic and complex team game that combines explosive movement structures (i.e., short sprints, abrupt stops, fast changes in direction, acceleration and vertical jumps) with different technical skills, such as dribbling, passing or shooting (Erčulj, Blas, & Bračič, 2010). Success in basketball depends on a variety of factors, among which morphologic (i.e., stature, body mass, arm span, and body composition) (Ostojic, Mazic, &

Dikic, 2006), and fitness (Drinkwater, Pyne, & Mckenna, 2008) attributes seem to have an important influence on the players performance.

Motor performance in childhood and adolescence is strongly associated with the growth and maturation processes (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Individuals with early maturation have an advantage in explosive power, anaerobic power, isometric strength, and sprinting than those whose biological development initiated later (Malina et al., 2004; Meylan, Cronin, Oliver, & Hughes, 2010). These differences in motor skills and biological development are most evident in the phases with the more pronounced growth rate (i.e., Growth spurt). These phases occur between 12-15 years in boys and 10-14 years in girls (Malina et al., 2004). Basketball players of these ages are mostly included in under-14 (U-14) category.

It is not surprising that the selection process in youth basketball can be strongly influenced by the maturity process (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz, & Malina, 2004) and the development of physical attributes of players (Karpowicz, 2006; Ostojic et al., 2006). Several studies reported considerable increases in height, weight, running speed, resistance, agility and strength during adolescent development (Coelho-e-Silva et al., 2010; Matthys, Vaeyens, Coelho-e-Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012). Although the process of talent selection in basketball starts at an early age, literature focuses especially on college and professional senior athletes (Ostojic et al., 2006; Ziv & Lidor, 2009). The knowledge about the factors that influence the young players performance of both sexes needs to be deepened.

Previous studies have found the differences in anthropometry and physiological capacities, as well as in chronological and biological age among U-14 Spanish male basketball players of different skill levels (Torres-Unda et al., 2013, 2016). The better-ranked male teams, which participated in the Spanish Basketball Association championship, demonstrated significantly better sprint performance than lower-positioned teams (Torres-Unda et al., 2013). The strong correlation between the individual on-court performance and body length measurements, body composition and physiological test results have also been reported (Torres-Unda et al., 2013, 2016). Maturity offset was identified as the best predictor of basketball performance of U-14 basketball players (Torres-Unda et al., 2016).

From the talent development perspective, it would be useful to verify if the findings obtained in Spanish youth basketball would be consistent with studies conducted in other countries and competitive contexts with players of the same age group. In the Portuguese youth basketball there is no evidence highlighting the relationships between the

anthropometric, physical and maturational characteristics of players and their game performance.

Despite the well documented physiological and maturational differences between males and females during adolescence (Beunen & Malina, 2005; Lloyd & Oliver, 2012), the literature focuses more on male players and does not provide comprehensive information about the anthropometric and physical attributes of adolescent female basketball players according their skill level.

To clarify the understanding about the attributes that really discriminate the young male and female basketball players of different skill levels it is necessary to use more basketball specific sets of anthropometric measures and physical testing batteries than have been used in previous research.

Thus, the purposes of this study were: (i) to analyze the anthropometric, physical and maturational attributes of U-14 basketball players of both sexes, who integrated regional teams, which participated in the 2016 male and female under-14 Portuguese National Basketball Championship, (ii) to compare the morphological and physical attributes of players from finalists (classified in 1st or 2nd place), semi-finalists (classified in 3rd or 4th place) and lower-ranked teams (classified from 5th to 8th positions for male teams and from 5th to 9th positions for female teams), and (iii) to identify the set of morphological and physical attributes which better discriminate the higher-positioned male and female regional teams from lower-positioned teams which participated in the youth tournament mentioned above. Our hypothesis is that young basketball players with different performance in a championship show different morphological, maturational and physiological attributes.

4.3. METHODS

4.3.1. Experimental Approach to the Problem

Anthropometric and physiological attributes are relevant in youth basketball (Torres-Unda et al., 2013, 2016). Maturity process can strongly influence the development of physical attributes of basketball players (Coelho-e-Silva et al., 2010) and their individual game performance. To assess the relationships between the anthropometric variables (i.e. height, weight, arm span, body fat), physiological characteristics (i.e. sprint, agility, upper body strength and jump capacity), maturity status (i.e.: maturity offset, years from age at

peak height velocity - YAPHV and; predicted age at peak height velocity - APHV) and game performance (i.e., team's final classification) in elite youth basketball, the descriptive comparative design was used. The stepwise discriminant analysis was performed to identify the set of attributes, which better discriminate teams according to their classifications in an annual tournament.

4.3.2. Subjects

A total of 90 male basketball players (age, 13.80 ± 0.33 years) and 102 female basketball players (age, 13.48 ± 0.59 years) were evaluated. These participants, eight male and nine female under-14 (U-14) elite regional teams of the First Portuguese division (i.e. teams composed of the players selected from each administrative region), took part in the 2016 Portuguese Festival of Youth Basketball. The Portuguese Festival of Youth Basketball is an annual tournament organized by the Portuguese Basketball Federation for eighteen U-14 elite regional teams. The tournament is organized in two divisions (i.e., first and second) according to the ranking of previous year. The first division is composed by the nine best-ranked teams of the previous year and second division is composed by the nine lowest-ranked teams of the previous year. Both male and female first division teams have been divided into three groups according to its final classification in the tournament – finalists (teams classified in 1st or 2nd place), semi-finalists (teams classified in 3rd and 4th place) and lower-ranked (comprised last four male and five female teams). The measurements took place on the first day of the tournament to avoid the influence of players' fatigue on the results of the measurements. However, some players were measured after the competition started. In these cases, it was guaranteed that the evaluations were carried out at least 2 hours after a game was played.

All participants received a clear explanation of aims and procedures of the study. Only the players, whose parents or legal guardians had signed an informed consent form, were permitted to participate in the study. The study was authorized by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport – Universidade Lusófona and performed according to the Helsinki declaration.

4.3.3. Testing Procedures

The tests battery used in the study covered maturity, morphological, and fitness evaluation.

Age and Maturity evaluation

Chronological age (CA; in decimals) was calculated as the difference between date of birth and the date on which the anthropometric measures were taken.

Maturity offset (years before or after APHV, i.e. YAPHV) was predicted from a sex-specific equation based on Canadian and Belgian boys (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002); maturity offset minus CA provide an estimate of APHV (Age at peak height velocity). The SEE of the equation was 0.592 (95% CI 1.18 years) (Mirwald et al., 2002). Maturity offset (YAPHV) can be used to classify adolescents as pre- or post-APHV, while individuals can also be grouped by years before or after APHV rather than CA. Applicability of the method appears to be useful during the interval of growth spurt, approximately 12–15 years (Malina & Koziel, 2014).

Maturity offset was calculated, respectively as follows:

GIRLS: Maturity offset (years) = $-9.376 + (0.0001882 \times [\text{Leg Length} \times \text{Sitting Height}]) + (0.0022 \times [\text{Age} \times \text{Leg Length}]) + (0.005841 \times [\text{Age} \times \text{Sitting Height}]) - (0.002658 \times [\text{Age} \times \text{Weight}]) + (0.07693 \times [\text{Weight by Height Ratio} \times 100])$

BOYS: Maturity offset (years) = $-9.236 + (0.0002708 \times [\text{Leg Length} \times \text{Sitting Height}]) + (-0.001663 \times [\text{Age} \times \text{Leg Length}]) + (0.007216 \times [\text{Age} \times \text{Sitting Height}]) + (0.02292 \times [\text{Weight by Height Ratio} \times 100])$

Note, the need to multiply the weight by height ratio by 100 was overlooked in the original publication (Mirwald et al., 2002). Predicted age at PHV (years) was calculated as the difference between CA and predicted maturity offset at observation (Mirwald et al., 2002).

Morphological evaluation

Body mass, stature, sitting height, and three skinfolds (triceps, TRI; calf, GML; and subscapular, SBS) were measured following the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006). Arm span was measured as a perpendicular distance between the longitudinal planes of the left

and right dactylion, while hand span was measured as the greater distance between the longitudinal planes of the 1st and 5th fingers (Massuça & Fragoso, 2014).

Body mass was measured to the nearest 0.5-kg, using a Secca body scale, model 761 7019009 (Vogel & Halke, Hamburg, DE). Stature and sitting height were measured to the nearest mm (0.1 cm) using a Siber-Hegner anthropometric kit (DKSH Ltd., Zurich, SW) and leg length was calculated from the difference of stature and sitting height. The three skinfolds were measured using a Rosscraft Slim Guide Skinfold 2001) caliper, which allows reading of millimeters up to the 10th (at a pressure on the tips of 10 mg/cm²). All measures were taken by two certified ISAK anthropometric technicians in a private and heated room within school facilities. Practitioner individual measurements were collected, in all subjects, by the same ISAK evaluators (Intra-observer technical error of measurements – TEM: stature, $R \geq 0.98$; sitting height $R \geq 0.96$; skinfolds, between $R = [0.92 - 0.98]$).

The body composition analysis included evaluation of fat mass (14), free-fat mass (14) and body mass index (BMI). The relative FM (%FM) and the FFM (kg) were estimated from the value of skinfolds. The %FM was calculated as the arithmetic mean of the %FM values obtained through the equations proposed by Lohman (Equation 1: $\%FM = 1.35 (TRI + SBS) - 0012 (TRI + SBS)^2 - I$, and $I = \text{constant}$) and Slaughter et al. (Equation 2: $\%FM = 0.735 (TRI + GML) + 1$) (Slaughter et al., 1988). BMI was calculated by the formula $BMI = \text{Body mass} / \text{Stature}^2$.

Fitness evaluation

Before the fitness tests all participants performed a 20-min standardized warm-up routine (a slow jogging followed by static and dynamic stretching). The players were allowed 10-min passive rest between tests, as well as water breaks and extra rest time. Each participant was verbally instructed and encouraged to give his/her maximal effort. All players completed seven fitness tests, from which nine variables were collected for analysis.

Speed test. The 20-m speed test was performed according to the protocol described by Jakovljevic and co-authors (Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculz, 2012) and consisted of a 20-m race. All participants departed from a standing position. The time of speed test was recorded in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA). The best time of two attempts was registered. The Intraclass correlation coefficient (ICC) for the speed test was $r = 0.937$ ($p < 0.001$).

T-Test. T-test was used for the agility assessment (Delextrat & Cohen, 2009; Jakovljevic et al., 2012). Performing the test participants started from the standing position at the final line of the basketball court, sprinted 9.15-m in straight line touching the cone A, slipped into defensive position and touched the cone B that was 4.55-m away to the left from cone A, slided defensively to cone C, which was at 4.55-m distance to the right of the cone A (9.10-m from cone B), defensively slided back to the cone A, which was at 4.55-m from cone C and ran backward to the starting line (Jakovljevic et al., 2012). The time of T-test test was recorded in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA). The best time of two attempts was registered. Figure 1 provides an overview of the test procedure. The ICC for the T-test was $r = 0.962$ ($p < 0.001$).

Jump tests. The explosive and elastic leg strength were tested throughout counter movement jump (CMJ) and counter movement jumps with arm swing (CMJA), following the protocol described by Bosco and co-authors (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983). The height (cm) and power (Watts, W) of vertical jumps were recorded with a Chronojump measurement technology (Bosco System, Globus, Italy). The best record of two attempts was recorded. In both tests, the retry interval was 10 seconds. For the CMJ the participant was allowed a downward movement by rapidly bending and extending their knees to jump as high as possible. During the CMJ the participant maintained their trunk in an upright posture and their hands on hips to eliminate the influence of arm swing. For the CMJA the participant was allowed to swing their arms backward (during the downward movement), and then forward and upwards (during the push-off phase). The ICC for height and power of CMJ test were $r = 0.976$ ($p < 0.001$) and $r = 0.994$ ($p < 0.001$), respectively. The ICC for height and power of CMJA test were $r = 0.986$ ($p < 0.001$) and $r = 0.996$ ($p < 0.001$), respectively.

2-kg medicine ball throw. The upper-limb explosive strength was tested using the 2-kg medicine ball throw (MBT). Participants started the test from a sitting position with the back against the wall using a release from the chest. The distance (cm) attained in the best of two attempts was recorded. MBT was used in similar studies to measure the explosive upper body strength (Delextrat & Cohen, 2009; Santos & Janeira, 2008). The ICC for the 2-kg MBT test was $r = 0.982$ ($p < 0.001$).

Handgrip strength. The handgrip strength was assessed with the handgrip test using a dynamometer (Takei Physical Fitness Test, TTK 5001, GRIP - A). Participants performed the test twice with each hand, and the sum of best results achieved by left and right hand was

considered (in kg). The ICC for the right and left handgrip test were $r = 0.990$ ($p < 0.001$) and $r = 0.989$ ($p < 0.001$), respectively.

Sit and reach test. The flexibility was assessed using the sit and reach test. Each subject was seated barefoot on the floor with legs out straight ahead and with their feet placed with the soles flat against the sit and reach box. With hands on top of each other and palms facing down, each player tried to reach forward along the measuring line as far as possible. The score of the test was recorded to the nearest centimeter as the distance reached by the tip of the fingers. The vertical line of the feet soles was considered as a plane counted as the 0 centimeters. Negative and positive centimeters were considered when players reached forward, respectively, before and after this vertical plane. The ICC for seat and reach flexibility test was $r = 0.990$ ($p < 0.001$).

4.3.4. Statistical analysis

The Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS version 21.0, Chicago, IL) was used for statistical calculations. Significance level was set at 5% with effect sizes (partial eta square) also calculated. The outliers were identified for each variable within groups using simple boxplot method, and then the assumptions of normality and equality of variance were tested by Shapiro-Wilk test and the Levene's test, respectively.

Descriptive statistics (mean, M; standard deviation, SD) for teams of both sexes were calculated. Players were spread into three groups according to the final classifications of their team, i.e. finalists (classified in 1st to 2nd place), semi-finalists (classified in 3rd or 4th place) and lower-ranked teams (classified from 5th to 8th positions for male teams and from 5th to 9th positions for female teams). The significant differences among the average maturity, morphologic and fitness variables between three groups of players were evaluated using one-way ANOVA followed by a multiple comparison test (Tukey HSD). The variables, for which significant differences have been identified between groups, were used in the Stepwise Discriminant Function Analysis to determine what set of variables better discriminated each groups of players. The assumption of equality of the group covariance matrices was checked by Box's M test.

4.4. RESULTS

Table 4.1 presents maturational parameters, morphological and fitness characteristics of better- and lower-ranked teams played in the male U-14 Portuguese National Basketball Championship in 2015-2016 season.

No significant differences were observed for CA, APHV and YAPHV between male finalists, semi-finalists and lower-ranked teams (Table 4.1).

The morphological evaluation showed that the %FM was the only morphological variable significantly different between two male groups. Finalist players showed lower body fat percentage than lower-ranked players ($F(2,87) = 3.687$, $p = 0.029$; partial $\eta^2 = 0.078$). However, no significant differences were observed between finalist and semi-finalist players for %FM or other morphological variables.

The morphological evaluation showed that the %FM was the only morphological variable significantly different between two male groups. Finalist players showed lower body fat percentage than lower-ranked players ($F(2,87) = 3.687$, $p = 0.029$; partial $\eta^2 = 0.078$). However, no significant differences were observed between finalist and semi-finalist players for %FM or other morphological variables.

Regarding fitness evaluations, male players from finalist teams performed significantly better in sprint ($F(2,84) = 12.575$, $p < 0.001$; partial $\eta^2 = 0.23$), agility ($F(2,84) = 4.849$, $p = 0.010$; partial $\eta^2 = 0.104$) and medicine ball throw tests ($F(2,86) = 3.324$, $p = 0.041$; partial $\eta^2 = 0.072$) than players from lower-ranked teams (Table 4.1). Semi-finalist players were significantly faster than players from lower-ranked teams. No differences were observed in fitness variables between finalist and semi-finalist male players.

Table 4.2 indicates no significant differences were observed in CA, APHV and YAPHV between female players from finalist, semi-finalist and lower-ranked teams. The morphological measurements also did not reveal any significant differences between the three female groups.

Regarding the fitness variables, female players from semi-finalist teams were significantly faster ($F(2,95) = 7.743$, $p = 0.008$; partial $\eta^2 = 0.140$), more agile ($F(2,95) = 4.627$, $p = 0.012$; partial $\eta^2 = 0.089$) and stronger in MBT ($F(2,95) = 7.164$, $p = 0.001$; partial $\eta^2 = 0.131$) than female players from lower-ranked teams, as can be seen in Table 4.2. No significant differences were found between the finalist and semi-finalist teams in any fitness test performed.

Table 4.1. Descriptive **statistics** (mean $\pm$ SD) and comparison by ANOVA of differences in maturational parameters, morphological, fitness characteristics and training experience between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the male U-14 Portuguese National Basketball Championship.

	Male Teams			
	Finalists	Semi-finalists	Lower-ranked	p-value
	N=24	N=22	N=44	
MATURITY				
CA (years)	13.84±0.38	13.77±0.36	13.79±0.30	0.724
APVH (years)	13.12±0.65	13.27±0.59	13.27±0.60	0.593
YAPHV (years)	0.72±0.74	0.50±0.70	0.52±0.66	0.449
MORPHOLOGY				
Body Mass (kg)	61.90±8.71	61.52±7.72	60.48±10.04	0.807
Stature (cm)	174.79±8.07	173.29±8.45	173.12±8.49	0.719
Arm span (cm)	178.07±8.41	175.56±8.52	177.48±10.13	0.630
Hand span (cm)	22.27±1.73	22.00±1.57	22.11±1.92	0.871
BMI (kg/m2)	20.15±1.57	20.44±1.60	20.08±2.37	0.785
%FM	14.80±3.63	17.29±4.45	18.08±5.45	0.029 *
Lean mass (kg)	52.50±5.94	50.70±5.41	49.24±6.84	0.128
FITNESS				
V20-m (s)	3.13±0.13	3.19±0.16	3.31±0.16	<0.001 # ∞
TT (s)	10.10±0.42	10.30±0.48	10.54±0.65	0.010 #
CMJ Height (cm)	29.08±3.67	30.04±3.39	29.18±4.94	0.712
CMJ Power (W)	736.2±122.4	741.6±115.8	733.7±147.8	0.977
CMJA Height (cm)	35.91±4.48	34.5±4.32	34.84±5.13	0.573
CMJA Power (W)	818.4±137.5	792.9±109.8	802.4±159.2	0.833
SUM HG (kg)	74.56±13.73	75.99±9.01	76.44±16.77	0.876
MBT (m)	5.34±0.84	5.07±0.71	4.87±0.65	0.041 *
Seat and reach (cm)	-1.13±9.25	0.85±7.99	-0.59±7.46	0.698
TRAINING				
BB Experience (years)	6.21±2.17	5.92±2.38	4.61±2.89	0.029 *
Practice per week	4.29±0.90	4.17±1.01	3.77±0.83	0.052
Hours of practice per week	6.56±1.62	6.52±1.53	6.17±2.01	0.603

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age CMJ - countermovement jump; CMJA - countermovement jump with arm swing; FFM - Free fat mass percentage; MBT - medicine ball throw; SJ -squat jump; SUM HG - sum of right and left handgrip; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; YAPHV - years to age at peak height velocity; %FM - Fat mass percentage;

* Significant difference between finalist and lower-ranked teams, $p < 0.05$

Significant difference between finalist and lower-ranked teams, $p < 0.01$

∞ Significant difference between semi-finalist and lower-ranked teams, $p < 0.01$

Table 4.2. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) and comparison by ANOVA of differences in maturational parameters, morphological, fitness characteristics and training experience between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the female U-14 Portuguese National Basketball Championship.

	Female Teams			
	Finalists	Semi-finalists	Lower-ranked	p-value
	N=21	N=22	N=59	
MATURITY				
CA (years)	13.51 $\pm$ 0.45	13.68 $\pm$ 0.46	13.40 $\pm$ 0.65	0.139
APVH (years)	11.93 $\pm$ 0.47	11.90 $\pm$ 0.29	11.87 $\pm$ 0.42	0.823
YAPHV (years)	1.59 $\pm$ 0.40	1.79 $\pm$ 0.41	1.53 $\pm$ 0.53	0.155
MORPHOLOGY				
Body Mass (kg)	52.59 $\pm$ 6.31	57.05 $\pm$ 6.70	56.14 $\pm$ 8.60	0.144
Stature (cm)	164.34 $\pm$ 7.09	165.75 $\pm$ 4.01	163.83 $\pm$ 6.67	0.475
Arm span (cm)	166.17 $\pm$ 7.58	168.42 $\pm$ 4.99	165.91 $\pm$ 7.59	0.360
Hand span (cm)	20.84 $\pm$ 1.18	20.36 $\pm$ 0.97	20.43 $\pm$ 1.17	0.297
BMI (kg/m ²)	19.51 $\pm$ 1.89	20.73 $\pm$ 1.97	20.88 $\pm$ 2.69	0.081
%FM	22.56 $\pm$ 3.45	23.82 $\pm$ 2.45	23.51 $\pm$ 4.27	0.511
Lean mass (kg)	40.68 $\pm$ 3.89	43.39 $\pm$ 4.59	42.68 $\pm$ 5.08	0.147
FITNESS				
V20-m (s)	3.50 $\pm$ 0.20	3.40 $\pm$ 0.11	3.55 $\pm$ 0.13	0.001 ∞
TT (s)	11.23 $\pm$ 0.60	10.95 $\pm$ 0.42	11.35 $\pm$ 0.52	0.012 ∞
CMJ Height (cm)	23.85 $\pm$ 4.28	23.58 $\pm$ 2.73	22.81 $\pm$ 3.34	0.426
CMJ Power (W)	574.9 $\pm$ 73.7	616.3 $\pm$ 71.7	597.8 $\pm$ 85.5	0.244
CMJA Height (cm)	27.95 $\pm$ 4.88	27.61 $\pm$ 3.11	26.40 $\pm$ 3.53	0.196
CMJA Power (W)	621.4 $\pm$ 67.5	666.4 $\pm$ 71.8	643.1 $\pm$ 88.3	0.194
SUM HG (kg)	58.07 $\pm$ 6.61	63.27 $\pm$ 6.87	56.85 $\pm$ 13.25	0.070
MBT (m)	3.93 $\pm$ 0.33	4.12 $\pm$ 0.34	3.76 $\pm$ 0.43	0.001 ∞
Seat and reach (cm)	2.78 $\pm$ 6.83	5.92 $\pm$ 7.51	3.13 $\pm$ 7.55	0.273
TRAINING				
Basketball Experience (years)	4.75 $\pm$ 2.77	5.38 $\pm$ 2.44	4.43 $\pm$ 2.85	0.383
Practice per week	3.96 $\pm$ 0.86	4.08 $\pm$ 0.88	3.75 $\pm$ 1.07	0.346
Hours of practice per week	6.06 $\pm$ 1.37	6.85 $\pm$ 1.88	5.77 $\pm$ 2.61	0.144

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age CMJ - countermovement jump; CMJA - countermovement jump with arm swing; FFM - Free fat mass percentage; MBT - medicine ball throw; SJ -squat jump; SUM HG -sum of right and left handgrip; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; YAPHV - years to age at peak height velocity; %FM - Fat mass percentage; Significant difference between semi-finalist and lower-ranked teams, $p < 0.01$

Table 4.3. Adjusted descriptive statistics (mean $\pm$ SE) and comparison by MANCOVA (practice experience as covariant) of differences in morphological and fitness characteristics between finalists, semi-finalists and lower-ranked teams played in the male U-14 Portuguese National Basketball Championship.

	MANCOVA (BE ^a)			
	Finalists N=24	Semi-finalists N=22	Lower-ranked N=44	p-value
MORPHOLOGY				
%FM	14.87 $\pm$ 1.12	18.01 $\pm$ 1.22	18.39 $\pm$ 0.84	0.042 *
FITNESS				
V20-m (s)	3.13 $\pm$ 0.03	3.21 $\pm$ 0.03	3.31 $\pm$ 0.02	<0.001 #
TT (s)	10.10 $\pm$ 0.12	10.41 $\pm$ 0.13	10.54 $\pm$ 0.09	0.019 *
MBT (m)	5.38 $\pm$ 0.15	5.05 $\pm$ 0.15	4.86 $\pm$ 0.11	0.029 *

Legend: ^a covariant: Basketball experience (BE) = 5.292; MBT - medicine ball throw; TT - T-test;

V20-m - Speed 20m test; %FM - Fat mass percentage;

* Significant difference between finalist and lower-ranked teams, $p < 0.05$

Significant difference between finalist and lower-ranked teams, $p < 0.01$

Following the assessment of differences between three groups of teams, two Stepwise Discriminant Analyses were performed: for male teams, between finalists and lower-ranked teams; for female teams, between semi-finalists and lower-ranked teams. The results of stepwise discriminant analysis applied to the fitness variables have identified the following variables which significantly better discriminated male team finalists and female semi-finalists from lower-ranked male and female teams: (i) speed and (ii) the combination of speed and upper body strength (measured by MBT), respectively (Tables 4.3 and 4.4).

Table 4.4. Summary of standardized canonical discriminant function coefficients, eigenvalues and correct classification cases for male (finalists) and female (semi-finalists) and lower-ranked regional teams played in the Men's and Women's under-14 Portuguese National Basketball Championship in 2015-2016 season.

	Male teams	Female teams
20-m sprint (s)	1.000	0.769
MBT (m)	-	-0.616
Eigenvalue	0.336	0.416
Cases correctly classified	76.1	81.8
Function	$\Lambda = 0.749$	$\Lambda = 0.706$
	$\chi^2 (1) = 18.661^*$	$\chi^2 (1) = 25.765^*$

Legend: MBT - Medicine Ball Throw test; * - $p \leq 0.001$

4.5. DISCUSSION

In the present study, we have identified differences in body composition (only in males) and physiological attributes (both males and females) in young basketball players with different performances in a championship.

No significant differences in maturation and anthropometric attributes have been identified between the three groups of teams of both sexes.

It is common knowledge that basketball is a team sport, where anthropometric factors (i.e., body mass, stature, arm span) play an important role in adult player and team performances (Karpowicz, 2006; Ostojic et al., 2006). Previous studies reported significant differences in stature, arm span, leg length and hand length between elite and non-elite young basketball players (Hoare, 2000; Torres-Unda, 2013). Frequently these differences are related to different maturity status of evaluated players, having early maturing practitioners bigger body sizes and better performances in physical tests than late maturing players (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Carvalho, & Malina, 2008; Coelho-e-Silva et al., 2010; Te Wierike, Elferink-Gemser, Tromp, Vaeyens, & Visscher, 2014; Torres-Unda et al., 2016). The contribution of growth and maturation to anthropometric characteristics, functional capacity and performance of adolescent players is well documented in literature on different sports games (Coelho-e-Silva et al., 2012, Matthys, Vaeyens, Coelho-e-Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012). In ages of a high rate of growth and a faster acquisition of physical skills (which is the case of players of our study, particularly boys) small differences in biological maturation may imply substantial differences in motor and physical abilities, and consequently, may influence game performance. Coelho-e-Silva and co-authors (Coelho-e-Silva et al., 2008) found that among 14-year-old male basketball players, those who achieved a mature state were 17-cm taller and 31.3-kg heavier compared to players in mid-puberty. Torres-Unda and co-authors (Torres-Unda et al., 2016) also found that teams, which obtained better results in a championship, tended to be “more mature” than teams which performed worse. The same authors found an association between players' maturity status (evaluated by years from age at peak height velocity, YAPHV) and the individual performance (evaluated by Performance Index Rating, PIR, and points scored) in a Spanish Basketball Association Championship (Torres-Unda et al., 2016). However, contrary to this trend, the results of our study showed no significant differences in maturity (i.e., APHV and YAPHV) and anthropometric variables (i.e., weight, stature, arm span, hand span) between players from finalists, semi-finalists and lower-ranked teams. The fact that the three groups

of teams were very similar in biological maturation (i.e., APHV and YAPHV) may explain the similar results found in height, weight and arm span. However, results of this study regarding maturity should be interpreted cautiously. The Mirwald method (Mirwald et al., 2002), used in the present study, despite being widely used to estimate the maturity offset of players (Te Wierike et al., 2014) has some limitations well documented in the literature (Malina, Coelho-e-Silva, Figueiredo, Carling, & Beunen, 2012).

Surprisingly, stature was not an important factor for the teams' final classification in the championship - no significant differences were found for height between the three groups of both sexes. A recent study conducted with young basketball players of the same age category also has not found any significant differences in height among three groups of teams with different classification in the Spanish Basketball Association Championship (Torres-Unda et al., 2016).

These results suggest that contrary to the adult basketball players (Carter, Ackland, & Kerr, 2005, Ziv & Lidor, 2009) stature does not differentiate young basketball players of higher- and lower-classified U-14 teams (Torres-Unda et al., 2016). These results are in line with the findings of several studies that also failed to identify the significant contribution of maturity, height, and body mass to the sport-specific performance of adolescent players (Ziv & Lidor, 2014).

At the same time, it should be noted that the athletes selected for regional teams are on average taller (in boys +10-cm; in girls +8-cm) and heavier (in boys +5-kg; in girls +4.5-kg) than the normal Portuguese population at these ages (Santos et al., 2014). This fact suggests that height and weight are the important attributes for youth basketball, and these attributes were considered by the youth coaches in players' selection process for Portuguese basketball regional teams. However, when compared to male Spanish players of the same age category, our male sample shows lower mean values of weight (-6-kg), height (-7-cm) and arm span (-4-cm) (Torres-Unda et al., 2016). The same tendency was found in female players. Portuguese adolescent players showed lower values of weight (-6.6-kg) and height (-8.3-cm) when compared to top elite European players (Erčulj et al., 2010).

Morphological measurements have been widely used in the evaluation of male and female adolescent players (Coelho-e-Silva, 2008; Lidor, Côté, & Hackfort, 2009; Štrumbelj & Erčulj, 2014). Despite the importance of these evaluations for the characterization of young players' profile and their evolution during the specializing years (Côté, Baker, & Abernethy, 2007), measurements do not reflect the whole range of factors that influence

team performance in basketball and so do not differentiate the young player according their skill level.

The % Fat was the only morphologic variable to show significant difference between players from finalists and lower-ranked male teams, with higher values of adiposities for lower-classified players. It is reasonable to suppose that higher adiposity affects players' running and jumping capacities, what can negatively be reflected on the game performance in basketball (Nikolaidis et al., 2015). Therefore, control of body fat in young players may be an important factor for improving individual and team performances (Torres-Unda et al., 2013).

Regarding fitness attributes, significant differences were identified among young players. Male finalist players were significantly faster than players from semi-finalist and lower-ranked teams. Comparing to players from lower-ranked teams the finalists were also more agile and stronger (threw the medicine ball over a longer distance). Players from semi-finalist female teams significantly outperformed their lower-positioned peers in speed, agility and upper body strength.

Speed and agility are considered crucial attributes of basketball performance in both adult (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kreamer, 1996) and in youth teams (Hoare, 2000; Jakovljevic et al., 2012; Štrumbelj & Erčulj, 2014). For instance, Hoare (2000) when studying 248 athletes (125 males and 123 females) of the U-16 category, who participated in the Australian National Championship, found that speed was a differentiating variable between elite and non-elite female players.

Agility is an essential attribute in basketball because of a great number of atypical game situations that request from players multiple and rapid changes of displacement direction and body position in the relatively small space of the court. Agility is often correlated with speed, which also influences considerably basketball performance (Ben-Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna, 2010; Jakovljevic et al., 2012). Our results are consistent with the findings of previous research, showing that male players from better-ranked teams are faster and more agile than players from lower-ranked teams. On the contrary, female finalist players were not faster and more agile than semi-finalist or lower-ranked teams. Female differences were only observed between semi-finalists and lower-ranked teams. This finding suggests that the difference in final team classification can be hypothetically explained by superior technical and tactical skills of finalist female players, and also may indicate that these components of performance are determinant for the competitive result in youth female basketball.

In both sexes, differences were also observed in the 2-kg MBT between players from better- and lower-ranked teams. Male finalist players threw the 2-kg medicine ball over a longer distance than did lower-ranked players. The same result was also observed for female semi-finalists and lower-ranked players. Santos and Janeira (2008) suggest that synchronization and coordination levels of upper body segments and a greater muscular strength are relevant for a more effective skill domain in medicine ball throw (MBT). Particularly in 13-14 years-old players, that have less muscular strength and greater difficulties to shoot the ball from longer distances than the adult players, upper-limb strength may contribute to the improvement of basketball shooting technique and, consequently, influence the whole team performance.

Our results can suggest that speed, agility and upper body strength can be seen as important attributes for basketball performance and the evaluation of these motor skills, based on 20-m running, T-test and 2-kg MBT tests, should be included in talent development programs.

Previous research pointed out strength and power of lower limbs as a fundamental quality for basketball performance, especially when it evaluated by vertical jump height (Karpowicz, 2006; Ostojic et al., 2006). The results of our study have not confirmed any significant differences in jump performance in CMJ and CMJA between players of higher- and lower-ranked teams, both male and female. The evaluation of handgrip strength also has not differentiated players according to their final classification in the championship.

Regarding the second aim of our study, the Stepwise Discriminant Analyses revealed that: (i) in male teams speed per se discriminated finalist players from lower-ranked players with a correct classification of 76.1% of cases; (ii) in female teams, a combination of upper body strength and speed discriminated semi-finalists from lower-ranked players. These results enhanced the importance of speed in youth basketball performance, especially for boys, and suggest that upper body strength associated to a specific technical gesture (i.e., passing or shooting) can be a determinant factor for player and team performances, particularly in female teams.

In summary, the findings of this study pointed out that (i) speed, agility and upper limbs explosive strength differentiated adolescent male and female players from higher- and lower-ranked regional Portuguese basketball teams, (ii) speed was revealed as a crucial factor for discrimination of male players according to their final classification group, while the upper limbs explosive strength and speed have been identified as important factors to discriminated female higher-ranked from lower-ranked players.

Our results confirm that some fitness tests (particularly, 20-m, T-test and MBT) are associated with final rankings of adolescent basketball teams, but further research is needed to better understand how maturational, anthropometric and physical attributes influence the individual performance in youth basketball and how these data could be used in the early stages of talent development, as well as in prediction of future achievements of young practitioners.

4.6. PRACTICAL APPLICATIONS

Although it is unclear to what extent the maturational, morphological and fitness attributes of adolescent basketball players can predict their future performances, there is no doubt that regular players' evaluation provides coaches with useful information about the evolution of young athletes and may contribute to more adequate mid- and long-time practice planning.

The results of the present study highlighted the speed ability and the explosive arms strength for young females, as well as the speed for young males as the discriminators of short-term performance of basketball players. Associated to so-called "adolescent spurt" (Malina, Cumming, Coelho-e-Silva, & Figueiredo, 2015, Viru et al., 1999), these results open an important window of opportunity (Lloyd & Oliver, 2012; McNarry et al., 2014) for basketball coaches of this age category. Coaches should introduce the athletic development of the young players as an important part of the training plan. At this practice level, coaches should combine the sport-specific basketball drills with the speed and agility purposes. These specific drills might be achieved by increasing of the quickness, the simple and the composite reaction time using the laterality of ball handling as a criterion of execution, particularly on the pass and dribble fundamentals. Considering the U-14 level is a primary stage of any basketball training program it is desirable that players should be encouraged to run over the frequent defensive-offensive transitions, to produce efficient fast-break shots and play with intensive and pressure behaviors over the ball handlers in the defensive phase of the game.

4.7. REFERENCES

- Ben-Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.
- Beunen, G., & Malina, R. (2005). *Growth and biological maturation: Relevance to athletic performance*, in: *The Child and Adolescent Athlete*. O Bar-Or, ed. Oxford, United Kingdom: Blackwell Publishing, pp 3–17.
- Bosco, C., Luhtanen P., & Komi, P. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Carter, J., Ackland, T., Kerr, D., & Stapff, A. (2005). Somatotype and size of elite female basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1057-1063.
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho, H., Gonçalves, C., & Figueiredo, A., Elferink-Gemser M, Philippaerts R, & Malina R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277–285.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Coelho-e-Silva, M., Vaz, V., Simões, F., Carvalho, H., Valente-dos-Santos, J., Figueiredo, A., Pereira, V., Vaeyens, R., Philippaerts, R., Elferink-Gemser, M., & Malina, R. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(16), 1793–1802.
- Côté, J., Baker, J., & Abernethy, B. (2007). *Practice and play in the development of sport expertise*, in: *Handbook of Sport Psychology*. G Tenenbaum, RC Ecklund, eds. Hoboken - NJ: Wiley, pp 184-202.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.

- Drinkwater, E., Pyne, D., & Mckenna, M. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Journal of Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračić, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3.
- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C., & Kreamer, W. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Karpowicz, K. (2006). Interrelation of selected factors determining the effectiveness of training in young basketball players. *Human Movement*, 7(2), 130-146.
- Lidor, R., Côté, J., & Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: To test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 9, 131-146. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7(2), 131-146.
- Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Malina, R., Cumming, S., Coelho-e-Silva, M., & Figueiredo, A. (2015). Biological Maturation of Youth Athletes: Assessment and Implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852-859.
- Malina, R., 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*, 30(15), 1705–1717.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R., & Koziel, S. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 1374-1382.

- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2013). A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunts Medicina de l'Esport*, 48(180), 143-151.
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho-e-Silva, M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(7), 543-549.
- McNarry, M., Barker, A., Lloyd, R., Buchheit, M., Williams, C., & Oliver, J. (2014). The BASES expert statement on trainability during childhood and adolescence. *The Sport and Exercise Scientist*, 41, 22-23.
- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 5, 571-592.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine Science in Sports Exercise*, 34(4), 689-694.
- Nikolaidis, P., Asadi, A., Santos, E., Calleja-González, J., Padulo, J., Chtourou, H., & Zemkova, E. (2015). Relationship of body mass status with running and jumping performances in young basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 5(3), 187-194.
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 640-744.
- Santos, E., & Janeira, M. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 903-909.
- Santos, R., Mota, J., Santos, D., Silva, A., Baptista, F., & Sardinha, L. (2014). Physical fitness percentiles for portuguese children and adolescents aged 10–18 years. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1510-1518.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.

- Štrumbelj, E., & Erčulj, F. (2014). Analysis of experts' quantitative assessment of adolescent basketball players and the role of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Human Kinetics*, 42, 267-276.
- Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialization of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Viru, A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L., & Viru, M. (1999). Critical periods in development of performance capacity during childhood and adolescence. *European Journal of Physical Education*, 4(1), 75-119.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Journal of Sports Medicine*, 39(7), 547-568.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2014). Anthropometrics, physical characteristics, physiological attributes, and sport-specific skills in under-14 athletes involved in early phases of talent development – a review. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(6), 1-5.

CAPÍTULO V

ESTUDO III

Estudo III

Training experience, maturational, morphological and fitness attributes as individual performance predictors in male and female Under-14 Portuguese elite basketball players

Sérgio Ramos^{1*}, Anna Volossovitch², António P. Ferreira², Isabel Fragoso²,
Luís M. Massuça^{1,2,3}

¹ *Faculty of Physical Education and Sport, Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal*

² *CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal*

³ *ICPOL, Higher Institute of Police Sciences and Internal Security, Lisbon, Portugal*

***Journal:** Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., Fragoso, I., & Massuça, L. (2019). Training experience, maturational, morphological and fitness attributes as individual performance predictors in male and female Under-14 Portuguese elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00: 1-10.

5.1. ABSTRACT

The association of the biological maturation, morphological and fitness and attributes of 13-14-year-old players selected to regional basketball teams, which participated in the Portuguese Festival of Youth Basketball, were analyzed in the study.

A total of 416 under-14 Portuguese elite basketball players (male, $n = 224$; female, $n = 192$), were evaluated in this cross-sectional study. Maturational parameters (maturity offset and predicted age at peak height velocity), morphological (body mass, stature, skinfolds and lengths) and fitness (sprint, agility, jump and upper body strength) attributes were measured. Additionally, basketball game performance was assessed using technical statistics (rebounds and points averages) and the performance index rating (PIR).

Correlation analyses indicated that male players with better PIR/minute were taller, had a longer hand span, had more free-fat mass, and demonstrated better results in all jumping tests, upper body strength tests, 20-m speed test and agility T-test. Female players with better PIR/minute were significantly older, more matured, heavier, taller, had longer arm and hand span. They also demonstrated better results in jumping tests, medicine ball throw, had greater practice experience and were subjected to higher training loads.

Multiple regression analysis showed that combined stature, handgrip strength, agility and counter movement jump (with arm swing power), can be considered strong predictors of PIR per time played for male players. The prediction model for female players indicated that maturity offset, practice experience and agility were the strongest predictors of basketball performance.

In conclusion, the results of the present study indicate that around puberty physical fitness attributes of elite basketball players of both genders are associated with game performance parameters. Two regression models have been estimated to predict the performance of youth basketball players of both genders.

Keywords: youth basketball, maturation, physical fitness, player performance, talent

5.2. INTRODUCTION

Success in Basketball is dependent on a variety of factors, such as technical skills, tactical knowledge, psychological skills, morphological and fitness attributes (Erčulj, Blas, & Bračič, 2010; Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006; Torres-Unda et al., 2016; Trninić & Dizdar, 2000). In youth basketball, anthropometric (i.e.: body sizes) and fitness attributes (i.e.: speed, agility and strength) are significant contributors to better performances (Torres-Unda et al., 2016).

During adolescence player's physical development is often associated with the maturation process (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Early maturing players have bigger body sizes and perform better in fitness tests than their late maturing peers (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Carvalho, & Malina, 2008; Te Wierike, Elferink-Gemser, Tromp, Vaeyens, & Visscher, 2014; Torres-Unda et al., 2016). During the growth spurt, characterized by a high rate of growth and a faster acquisition of physical skills, small differences in biological maturation may imply substantial differences in motor and physical abilities, and consequently, influence game performance.

In basketball, player's game performance can be estimated through the performance index rating (PIR), which is calculated from the player's statistical data (e.g., points, rebounds, assists, steals, blocks) of each game. The PIR is the parameter used in most European Basketball competitions to assess the individual performance of players in each game or season.

To the best of our knowledge, in youth basketball only one study examined the relationship of game performance (PIR) with maturity, morphological and fitness attributes (Torres-Unda et al., 2016). However, this research analyzed only the youth male performance, while no information is available in the literature regarding youth female performance (PIR) in basketball. In the present study we hypothesized that maturation, morphological and certain fitness attributes were associated with players' game performance in youth basketball (male and female). Thus, we analyzed this potential association to determine whether player performance throughout a national tournament for regional teams could be predicted from maturity indicators, and morphological and fitness measures.

5.3. METHODS

5.3.1. Experimental Approach to the Problem

To assess the relationships between game performance and maturity (i.e.: maturity offset, years from age at peak height velocity - YAPHV; predicted age at peak height velocity - APHV), morphological attributes (i.e.: stature, body mass, body mass index, arm span, hand span; fat mass and free-fat mass) and fitness attributes (i.e.: sprint, agility, upper body strength and jump capacity), in elite youth basketball (male and female), the descriptive correlational design was used. In addition, two linear regression models were estimated to predict PIR of male and female youth elite basketball player in an annual National tournament for regional selection teams.

5.3.2. Subjects

A total of 416 youth elite basketball players, i.e., 224 male basketball players (13.8 ± 0.4 -years-old) and 192 female basketball players (13.5 ± 0.6 -years-old), were evaluated in this cross-sectional study. These participants represented the first division male and female regional selection teams that competed in the Portuguese Festival of Youth Basketball in two consecutive seasons. The Portuguese Festival of Youth Basketball is an annual tournament organized by the Portuguese Basketball Federation for under-14 (U-14) regional selection teams.

Data related to players' practice experience (i.e., years of basketball practice) and training load (i.e., hours of practice per week) were collected. The measurements took place on the first day of the tournament to avoid the influence of players' fatigue on the results of the measurements. However, some players were measured after the competition had started. In these cases, it was guaranteed that the evaluations would be carried out at least 2 hours after the game had been played.

All participants received a clear explanation of the aims and procedures of the study. Only the players, whose parents or legal guardians have signed an informed consent form, were included in the study. The study was authorized by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport – Universidade Lusófona and performed according to the Helsinki declaration.

5.3.3. Procedures

The tests battery used in the study covered maturity, morphological, fitness and basketball evaluations. Maturity, morphological and fitness evaluations were already well described in detail in a previous paper (Ramos, Volossovitch, Ferreira, Barrigas, Fragoso, & Massuça, 2018).

Age and Maturity Evaluation

Chronological age (CA) was calculated. Maturity offset (years from age at peak height velocity – YAPHV) was predicted from a sex-specific equation (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002), and predicted age at peak height velocity (APHV; in years) was calculated (Mirwald et al., 2002).

Morphological Evaluation

Body mass, stature, sitting height, and three skinfolds - triceps, calf and subscapular (technical error of measurements [TEM]: stature, $R \geq 0.98$; sitting height, $R \geq 0.96$; skinfolds, between $R = [0.92 - 0.98]$) (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006), arm span and hand span were measured (Massuça, Fragoso, & Teles, 2014). The body composition analysis included evaluation of relative fat mass (%FM) and absolute free-fat mass (FFM; kg) were estimated from the value of skinfolds (Lohman, 1986; Slaughter et al., 1988). Body mass index was calculated.

Fitness Evaluation

Before the fitness tests all participants performed a 20-minute standardized warm-up routine. The players were allowed 10-minute passive rest between tests, as well as water breaks and extra rest time. Each participant was verbally instructed and encouraged to give his/her maximal effort. All players completed 7 fitness tests, from which 9 variables were collected for analysis.

Speed Test. The 20-m speed test was performed (Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculz, 2012). The time was recorded in seconds and hundredths of second; and the best time of two attempts was registered (ICC: $r = 0.937$, $p < 0.001$).

T-Test. T-test was used for the agility assessment (Delextrat & Cohen, 2009; Jakovljevic et al., 2012). The time was recorded in seconds and hundredths of second; and the best time of two attempts was registered (ICC: $r = 0.962$, $p < 0.001$).

Jump Tests. The explosive and elastic leg strength were tested throughout counter movement jump (CMJ) and counter movement jumps with arm swing (CMJ-S) (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983). The heights (cm) and power (Watts, W) of vertical jumps were recorded, and the best record of two attempts was considered (ICC: height of CMJ, $r = 0.976$, $p < 0.001$; power of CMJ, $r = 0.994$; $p < 0.001$; height of CMJ-S, $r = 0.986$, $p < 0.001$; power of CMJ-S, $r = 0.996$, $p < 0.001$).

Two-kilogram Medicine Ball Throw. The upper-limb explosive strength was tested using the 2-kg medicine ball throw (MBT), and the distance (cm) attained in the better of two attempts was considered (ICC: $r = 0.982$, $p < 0.001$).

Handgrip Strength. The handgrip (HG) strength was assessed with handgrip test. Subjects performed the test twice with each hand, and the sum of best results achieved by left and right hand was considered (in kg) (ICC: right HG, $r = 0.990$, $p < 0.001$; left HG, $r = 0.989$, $p < 0.001$).

Sit and Reach Test. The flexibility was assessed using the sit and reach test, and the score of the test was recorded to the nearest centimeter (ICC: $r = 0.990$, $p < 0.001$).

Basketball performance of the players

Basketball performance was assessed in terms of minutes played per game, points scored in the tournament (i.e., expressed as a point average per game and per minute), rebounds captured in the tournament (i.e. expressed as a rebound average per game and per minute), and the PIR (i.e., expressed as a PIR average per game and per minute) of players during the tournament. PIR is a basketball statistical formula that is used by International Basketball Association (FIBA), as well as by several European national domestic leagues to measure the individual performance of a basketball player. All the performance indicators were calculated from the data recorded by the officials of the Portuguese Basketball Federation using the following formula: $PIR = (\text{points} + \text{rebounds} + \text{assists} + \text{steals} + \text{blocks}) - (\text{missed field goals} + \text{missed free throws} + \text{turnovers} + \text{shots rejected})$.

5.3.4. Statistical Analysis

The Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS version 21.0, Chicago, IL) was used for statistical calculations. Significant differences were accepted at $p < 0.05$. The outliers were identified for each variable within groups using simple boxplot method, and the assumption of normality and equality of variance were tested by Shapiro-Wilks test and the Levene's test, respectively.

Descriptive statistics (mean, M; standard deviation, SD) for male and female basketball players were calculated. Pearson (for normal distributed data) and Spearman (for non-normal distributed data) correlation analysis were used to check the assumption of game performance parameters independency of maturational indicators, morphological and fitness attributes. Correlations were considered trivial ($r < 0.1$), low ($0.1 < r < 0.3$) moderate ($0.3 < r < 0.5$), moderately high ($0.5 < r < 0.7$), high ($0.7 < r < 0.9$) or nearly perfect ($r > 0.9$). To estimate the relative contribution of maturational indicators, morphological and fitness attributes to variation in youth basketball players' performance (PIR per minute), we conducted a multiple linear regression analysis (stepwise method), and assumptions of linearity, independence, homoscedasticity, normality and noncollinearity were previously assessed to ensure the validity of analysis.

5.4. RESULTS

Table 5.1 presents game performance parameters, maturational, morphological and fitness attributes of male and female players that participated in the U-14 Portuguese National Basketball Championship for regional selection teams.

Table 5.1. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) in training experience, maturational parameters, morphological and fitness characteristics, and performance-related indicators of the male and female players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams.

	Male Players (n=224)	Female Players (n=192)
Practice experience (years)	5.2 $\pm$ 2.5	4.8 $\pm$ 2.4
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.0 $\pm$ 1.6	5.9 $\pm$ 1.9
CA (years)	13.8 $\pm$ 0.4	13.5 $\pm$ 0.6
Maturity offset (years)	0.46 $\pm$ 0.8	1.56 $\pm$ 0.8
APHV (years)	13.3 $\pm$ 0.6	11.8 $\pm$ 0.7
MORPHOLOGY		
Body Mass (kg)	59.5 $\pm$ 10.2	55.6 $\pm$ 9.3
Stature (cm)	172.7 $\pm$ 8.8	164.4 $\pm$ 6.9
Arm span (cm)	175.6 $\pm$ 10.1	166.1 $\pm$ 8.0
Hand span (cm)	22.1 $\pm$ 1.6	20.5 $\pm$ 1.2
BMI (kg/m ²)	19.8 $\pm$ 2.3	20.5 $\pm$ 2.6
%FM	16.6 $\pm$ 5.6	23.5 $\pm$ 4.7
Lean mass (kg)	45.7 $\pm$ 14.2	42.2 $\pm$ 5.2
FITNESS		
V20-m (s)	3.36 $\pm$ 0.24	3.57 $\pm$ 0.19
TT (s)	10.4 $\pm$ 0.7	11.1 $\pm$ 0.6
Sit up's (#)	42.7 $\pm$ 6.6	34.2 $\pm$ 7.0
CMJ Height (cm)	30.0 $\pm$ 5.0	24.2 $\pm$ 3.7
CMJ Power (w)	710 $\pm$ 143	606 $\pm$ 92
CMJ-S Height (cm)	35.6 $\pm$ 5.7	28.0 $\pm$ 4.0
CMJ-S Power (w)	772 $\pm$ 157	652 $\pm$ 99
SUM HG (kgf)	68.7 $\pm$ 15.7	54.9 $\pm$ 10.9
MBT (m)	4.87 $\pm$ 0.8	3.88 $\pm$ 0.4
Seat and reach (cm)	-1.3 $\pm$ 7.6	3.4 $\pm$ 7.3
PERFORMANCE		
PIR/Game	2.13 $\pm$ 3.56	2.02 $\pm$ 3.1
PIR/Min	0.11 $\pm$ 0.25	0.11 $\pm$ 0.2
Points/Game	3.79 $\pm$ 2.8	3.69 $\pm$ 2.8
Points/Min	0.25 $\pm$ 0.16	0.24 $\pm$ 0.15
Rebounds	2.79 $\pm$ 1.9	2.57 $\pm$ 1.6
Minutes	13.8 $\pm$ 4.1	14.3 $\pm$ 4.4

Legend: APHV, age at peak height velocity; BMI, body mass index; CA, chronological age; CMJ, countermovement jump; CMJ-S, countermovement jump with arm swing; FFM, Free fat mass percentage; MBT, medicine ball throw; PIR, Performance Index Rating; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test; V20-m, 20-m speed test; YAPHV, years to age at peak height velocity; %FM, Fat mass percentage.

5.4.1. Correlation between performance-related parameters and maturational, morphological and fitness attributes

Correlation analyses was used to determine the relationship between game performance parameters and maturational, morphological and fitness attributes of youth basketball players (Table 5.2 and 5.3, respectively for male and female players).

In male players, all performance variables revealed positive significant correlations ($p < 0.05-0.01$) with CA and maturity offset.

Both PIR/Game and PIR/Minute were positively correlated ($p < 0.05-0.01$) with all jumping variables, handgrip strength and MBT, and negatively correlated with the 20-m sprint test and agility test (more time, worse performance). PIR/Game demonstrated positive correlation with body mass, while PIR/Minute with stature, hand span, and free-fat mass. Points scored per game were positively and significantly correlated ($p < 0.05-0.01$) with results of all fitness test, but no significant correlations were found for morphological attributes. Rebounds demonstrated significant correlations ($p < 0.01$) with all morphological attributes (except for %FM) and results of all fitness test (except for sit up and flexibility).

In female players, PIR/Game and PIR/Minute were positively correlated ($p < 0.05-0.01$) with practice experience, training load, CA, maturity offset, all anthropometric variables (i.e., body mass, stature, arm and hand span), CMJ and CMJ-S power, and MBT. Points scored per game demonstrated positive and significant correlations ($p < 0.05-0.01$) with practice experience, training load, CA, and MBT, and negative correlations ($p < 0.05$) with 20-m sprint test and agility test. No significant correlations were observed between points scored per game, morphological variables and fitness tests (with exception of 20-m sprint test). Rebounds were positively correlated ($p < 0.05-0.01$) with CA, maturity offset, all anthropometric variables, CMJ and CMJ-S power, and upper body strength measured by tests handgrip strength and MBT.

Table 5.2. Correlation of performance-related indicators with training experience, maturational, morphological and fitness parameters of the male players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams.

	PIR/Game	PIR/Minute	Points/Game	Points/minute	Rebounds	Minutes/game
Practice experience (years)	0.063	0.040	0.141*	0.125	-0.057	0.131
Training load (hrs-week ⁻¹)	0.062	0.067	0.059	0.060	0.017	-0.022
CA (years)	0.244**	0.191**	0.166*	0.087	0.242**	0.197*
Maturity offset (years)	0.379*	0.309**	0.205**	0.147*	0.461**	0.182*
APHV (years)	-0.318**	-0.284**	-0.160*	-0.153*	-0.415**	-0.091
MORPHOLOGY						
Body Mass (kg)	0.235**	0.185*	0.094	0.054	0.457**	0.118
Stature (cm)	0.415**	0.343**	0.174*	0.132	0.530**	0.153*
Arm span (cm)	0.410**	0.337**	0.216**	0.162*	0.554**	0.189*
Hand span (cm)	0.314**	0.254**	0.181*	0.100	0.407**	0.194**
BMI (kg/m ²)	0.015	0.010	0.017	-0.005	0.231**	0.054
%FM	-0.084	-0.121	-0.054	-0.066	0.070	-0.062
Lean mass (kg)	0.153*	0.170*	0.060	0.126	0.209**	0.026
FITNESS						
V20-m (s)	-0.254**	-0.313**	-0.279**	-0.318**	-0.214**	-0.205**
TT (s)	-0.247**	-0.294**	-0.324**	-0.361**	-0.149*	-0.250**
Sit Up's (#)	0.096	0.058	0.195**	0.108	0.103	0.204**
CMJ Height (cm)	0.233**	0.197**	0.232**	0.199**	0.216**	0.223**
CMJ Power (w)	0.312**	0.269**	0.212**	0.192**	0.480**	0.199**
CMJ-S Height (cm)	0.279**	0.262**	0.292**	0.270**	0.225**	0.262**
CMJ-S Power (w)	0.337**	0.302**	0.237**	0.223**	0.484**	0.211**
SUM HG (kgf)	0.341**	0.391**	0.228**	0.261**	0.470**	0.191**
MBT (m)	0.362**	0.350**	0.282**	0.296**	0.393**	0.213**
Seat and reach (cm)	0.127	0.131	0.216**	0.185**	0.094	0.194**

Legend: APHV, age at peak height velocity; BMI, body mass index; CA, chronological age CMJ, countermovement jump; CMJ-S, countermovement jump with arm swing; FFM, Free fat mass percentage; MBT, medicine ball throw; PIR, Performance Index Rating; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test; V20-m, 20-m speed test; YAPHV, years to age at peak height velocity; %FM, Fat mass percentage.

* p < 0.05; ** p < 0.01

Table 5.3. Correlation of performance-related indicators with training experience, maturational, morphological and fitness parameters of the female players participated in U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams.

	PIR/Game	PIR/Minute	Points/Game	Points/minute	Rebounds	Minutes/game
Practice experience (years)	0.181*	0.192*	0.226**	0.230**	0.095	0.179*
Training load (hrs-week ⁻¹)	0.168*	0.176*	0.163*	0.159*	0.027	0.082
CA (years)	0.237**	0.212**	0.171*	0.138	0.168*	0.179*
Maturity offset (years)	0.270**	0.255**	0.118	0.070	0.314**	0.148
APHV (years)	-0.095	-0.138	0.015	-0.056	-0.076	0.141
MORPHOLOGY						
Body Mass (kg)	0.204**	0.224**	0.032	0.061	0.251**	-0.041
Stature (cm)	0.323**	0.347**	0.094	0.105	0.345**	0.022
Arm span (cm)	0.364**	0.373**	0.152	0.155	0.367**	0.048
Hand span (cm)	0.236**	0.250**	0.101	0.113	0.234**	0.019
BMI (kg/m ²)	0.051	0.061	-0.019	0.017	0.090	-0.076
%FM	0.013	0.057	-0.103	-0.039	0.042	-0.189*
Lean mass (kg)	0.259**	0.266**	0.095	0.113	0.276**	0.012
FITNESS						
V20-m (s)	-0.104	-0.062	-0.192*	-0.190*	-0.124	-0.154*
TT (s)	-0.096	-0.106	-0.176*	-0.214**	-0.049	-0.082
Sit Up's (#)	0.007	0.067	0.142	0.183	-0.022	0.077
CMJ Height (cm)	-0.046	-0.040	0.088	0.078	-0.004	0.104
CMJ Power (w)	0.158*	0.195**	0.051	0.087	0.216**	-0.029
CMJ-S Height (cm)	-0.014	-0.038	0.055	0.015	0.059	0.149*
CMJ-S Power (w)	0.179*	0.202**	0.031	0.060	0.252**	-0.011
SUM HG (kgf)	0.107	0.091	0.060	0.031	0.148*	0.072
MBT (m)	0.249**	0.252**	0.154*	0.185*	0.255**	0.031
Seat and reach (cm)	-0.039	-0.042	-0.073	-0.084	-0.002	-0.004

Legend: APHV, age at peak height velocity; BMI, body mass index; CA, chronological age CMJ, countermovement jump; CMJ-S, countermovement jump with arm swing; FFM, Free fat mass percentage; MBT, medicine ball throw; PIR, Performance Index Rating; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test; V20-m, 20-m speed test; YAPHV, years to age at peak height velocity; %FM, Fat mass percentage.

* p < 0.05; ** p < 0.01

5.4.2. Performance predictors identified by Multiple Regression Analysis

To determine whether any of the significantly associated variables could be used as predictor of performance in youth basketball, a multiple regression analysis was applied. Results of Multiple Regression Analysis are presented in Table 5.4 and 5.5 (for male and female players, respectively).

Table 4 shows the parameters of performance prediction model. Handgrip strength (positive), stature (positive), time in the agility T-test (negative), and CMJ-S power (negative) were identified as predictors of youth male basketball performance ($R^2 = 0.273$, $p < 0.001$).

Table 5.4. Multiple regression models showing predictor variables for performance of male players

Dependent Variable	Predictors	B (95% CI)	β	R^2	Adjusted R^2	SEE	P
PIR/min	Model 1			0.273	0.256	0.211	0.003
	SUM HG	0.005 (0.002, 0.008)	0.312				0.002
	TT	-0.107 (-0.156, -0.059)	-0.298				<0.001
	Height	0.010 (0.005, 0.015)	0.400				<0.001
	CMJ Power	-0.001 (-0.001, 0.00)	-0.319				0.003
	Constant	-0.612 (-1.475, 0.251)					0.163

Legend: CMJ, countermovement jump; PIR, Performance Index Rating; SEE, standard error of the estimation; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test.

The parameters of prediction model for female players showed that higher maturity offset, greater practice experience and time in agility T-test (negative) were predictors of youth female basketball performance ($R^2 = 0.251$, $p < 0.001$).

It is worth mentioning that the parameters introduced in the equation of the regression models only explain 26% and 23% of the PIR/minute in male and female players respectively.

Table 5.5. Multiple regression models showing predictor variables for performance of female players

Dependent Variable	Predictors	B (95% CI)	β	R^2	Adjusted R^2	SEE	P
PIR/min	Model 1			0.251	0.234	0.178	<0.001
	YAPHV	0.144 (0.095, 0.194)	0.434				<0.001
	Practise Experience	0.020 (0.007, 0.032)	0.238				0.002
	TT	-0.054 (-0.105, -0.002)	-0.158				0.042
	Constante	0.377 (-0.220, 0.973)					0.214

Legend: PIR, Performance Index Rating; SEE, standard error of the estimation; TT, t-test; YAPHV, Years from age at peak height velocity.

5.5. DISCUSSION

The aim of this study was to determine the relationship between basketball performance, maturity, morphological and fitness attributes of male and female Portuguese elite youth basketball players. The results suggest that CA, maturity offset (YAPHV), body mass, stature, hand span, free-fat mass, jumping ability, handgrip strength, distance in the MBT test, and time in the 20-m sprint test and agility T-test are related to player performance in male elite youth basketball players. Practice experience, training load, CA, maturity offset, body mass, stature, arm and hand span, lower limbs power, and upper limbs strength are related to player performance in female elite youth basketball players. Using these easily measurable parameters a model for prediction of performance index rating, for both genders, was estimated.

Playing performance in youth basketball is often related to chronological age and biological maturity (Torres-Unda et al., 2016). In the present study, in both genders, older and more matured players performed better in real game context than their younger and less matured peers. Our results showed that YAPHV was significantly correlated with PIR/minute and PIR/Game for both genders. Torres-Unda and colleagues (2016) found similar correlations between PIR/Game and YAPHV for male youth players. The same authors found that YAPHV was the strongest predictor of performance in male adolescent basketball (Torres-Unda et al., 2016). In our study YAPHV showed significant correlations with PIR/Minute in males and also was the strongest predictor for female players. This suggests that maturity may be a very important factor in the performance of elite youth basketball players.

The significant correlations were also identified between playing performance and anthropometric attributes (i.e., body mass, stature, arm and hand span) of male and female elite basketball players. Our results, in both genders, suggest that taller and heavier players perform better in matches than their shorter and smaller peers. Tallness is routinely accepted as essential for success in youth basketball both in male (Torres-Unda et al., 2016) and female (Erčulj et al., 2010) developing players. Erčulj and colleagues (2010) found differences in stature between female European top elite youth basketball players (13-15-years-old) according to the competition level of their respective National Teams. Torres-Unda and co-authors (2016) also showed that stature was the strongest predictor of performance among the anthropometric attributes for male Spanish elite U-14 basketball players. Consistent with these results, regression analysis conducted in our study showed

that stature in combination with some fitness attributes is a relevant predictor of player's individual performance in youth male basketball. The Portuguese male players participated in this study were found to be on average 9 cm shorter than Spanish elite basketball players of in the same age category (Torres-Unda et al., 2013). However, this fact may be explained by differences in maturity status, since Portuguese players were less matured (YAPHV = 0.46 years) than Spanish players (YAPHV = 2.3 years). Similar differences in height were observed in girls, with Portuguese players being on average 8.2 cm shorter than European international players (Erčulj et al., 2010). In this case Portuguese female players were also on average one year younger than their European counterparts (13.5 vs 14.5 years-old).

Together with stature, arm span also showed the highest correlation with the studied performance variables in both sexes. Previous studies have highlighted the relationship between arm span and better basketball performance (Garcia-Gil et al., 2018; Torres-Unda et al., 2016). In fact, greater arm span may be beneficial for technical performance, enabling faster and more powerful throwing and passing due to biomechanical advantages (Garcia-Gil et al., 2018; Torres-Unda et al., 2016), and also for actions where players fight for ball possession (i.e., stealing or rebounding the ball).

Body mass and free-fat mass are important attributes in elite basketball, because create advantage in game situations where players must use body contact to fight for the better position, particularly under the basket. In the present study, heavier players with more FFM demonstrated higher PIR/game, PIR/minute and also won more rebounds than their smaller peers. Rebounding is an important performance indicator of basketball that frequently involves previous physical contact with the final intention of getting the ball as higher as possible above the ground level. It is expectable that heavier (and taller) players, with more FFM, can win more rebounds per game and, consequently, received higher performance rating (PIR) than their physically less developed peers.

As well as morphological attributes, fitness is also crucial for performance in basketball. The present study revealed differences in correlations between fitness and performance for male and female players. While for male players significant correlations were found between performance indicators and almost all fitness attributes (except for flexibility), in female players only jumps power and the distance reached in the MBT test demonstrated a significant correlation with PIR/Game and PIR/minute.

Speed and agility are considered very important attributes of basketball performance for both adult (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kreamer, 1996) and in youth players (Hoare, 2000; Jakovljevic et al., 2012). Recent research highlighted the agility as an important

attribute for U-14 male basketball team performance. The players from higher-ranked teams have been reported to be more agile than players from lower-ranked teams (Ramos et al., 2018). A previous study found significant negative correlations between PIR/Minute and time spent in the agility T-test in female adult players (Garcia-Gil et al., 2018). Our results in male players are consistent with the findings of previous research, i.e., the time spent in the 20-m and T-test was negatively and significantly correlated with PIR. Thus, players with better performances in speed and agility tests had better basketball performance on the court (higher PIR/Game, PIR/minute, points/game or points/minute). In fact, regression analysis also revealed agility as predictor of better game performance (PIR/min) of adolescent players of both genders. However, in female players no significant correlations were found between game performance (i.e., PIR/Game and PIR/Minute) and player agility or speed.

Previous research pointed out jumping ability and leg power as fundamental qualities for basketball performance (Ben-Abdelkrim et al., 2010; Ostojic et al., 2006). Consistent with this statement, our results in male players showed that height and power of CMJ and CMJ-S were positively correlated with all performance indicators (i.e., PIR/Game, PIR/Minute, Points/Game, Points/minute and minutes played). In female players, we also found positive correlations between jumps power (CMJ and CMJ-S) and players performance (i.e., PIR/Game and PIR/Minute). In comparison with the results reported by Torres-Unda and colleagues (2016) the height of CMJ-S of Portuguese male players was on average 7.4 cm lower than of their Spanish peers in CMJ, and the height of CMJ of Portuguese female players was also 3 cm lower than of their European counterparts in CMJ (Erčulj et al., 2010).

A prediction model estimated for PIR per minute demonstrated that stature, handgrip strength, time in agility T-test and CMJ power were significant predictors of basketball performance for male youth players. The regression model for female youth players showed that among all the parameters analyzed, YAPHV and practice experience were the strongest predictors of performance. Although the results of male U-14 players showed that anthropometry and fitness attributes were important factors for basketball performance, while in female players the results of regression analysis suggest that these factors, by themselves, are not sufficient to explain excellence in basketball (Ostojic et al., 2006). In the complex dynamic of a basketball game it is highly possible that other factors (e.g.: technique, tactics, strategy) play a key influence in the final player's individual performance. Several authors highlighted the importance of superior domain of basketball techniques, tactical knowledge and coach's strategy for the players and team success (Erčulj et al., 2010; Ostojic

et al., 2006; Trninić & Dizdar, 2000). In the present study, practice experience was revealed as one of the predictors of basketball performance of female youth players. It is possible that female practitioners, who played basketball for longer years, gained more technical ability, tactical and strategical knowledge than their peers with less basketball experience, and these factors contributed to better game performance (higher PIR).

In summary, the results of the present study indicate that game performance (PIR) is associated with maturity offset and morphological attributes of youth practitioners of both genders and fitness attributes of male players. The parameters of regression model showed that stature and some fitness attributes (i.e., handgrip strength, agility and CMJ power) can be considered as predictors of male U-14 player performance, while maturity offset (YAPHV), playing experience and agility were identified as the best predictors of U-14 female basketball player performance.

5.6. PRACTICAL APPLICATIONS

According to the linear regression models estimated in this study, stature, handgrip strength, time of agility T-test, CMJ height, YAPHV and the practice experience were identified as predictors of the short-term performance index (PIR/min) for U-14 male and female young basketball players. These findings also suggest that to provide accurate U-14 players evaluation, firstly it is necessary to control for their maturational status, differentiating the players who outperform due to their advanced biological age.

Since agility, handgrip strength and jumping power are trainable attributes, coaches should be aware of their importance for the performance of young players. Therefore, the athletic development programs in youth basketball should include agility exercises with quick directional changes (with and without the ball), strength training for upper limbs, and plyometric training for improving jump power.

It is also reasonable to accept that the results of model estimation may influence the talent identification and selection programs in youth basketball informing the coaches about the physical and morphological determinants of the game performance at U-14 age category.

However, to optimize the talent selection and development programs and ensure a consistent prediction of the practitioner's ability to reach a certain level of performance, it is necessary to collect the longitudinal information about youth basketball players and provide

children and adolescents with opportunities to progress into the talent pathway avoiding promoting only those identified from a young age.

The multidisciplinary approach and the large sample, composed of players of both genders from the best U-14 regional teams of the country, are two main strengths of this study, which has potential to contribute to the efficacy of talent selection and development decisions of youth basketball coaches.

5.7. REFERENCES

- Ben-Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277–285.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračič, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Garcia-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Duñabeitia, I., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1723-1730.
- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3.

- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C., & Kreamer, W. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise Sports Sciences Reviews*, 14, 325-357.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Massuça, L., Fragoso, I., & Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 178–186.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine Science in Sports Exercise*, 34(4), 689-694.
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 640-744.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00[SEP]: 1-10.
- Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialization of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite

adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.

Trninić, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Coll Antropol*, 24(1), 217-234

CAPÍTULO VI

ESTUDO IV

Estudo IV

The effect of maturational status-related variation in physical fitness attributes and individual game performance of male adolescent Portuguese basketball players using a new cut-off value of age at peak height velocity

Isabel Fragoso¹, Sérgio Ramos², Júlia Teles¹, Anna Volossovitch¹, António Paulo Ferreira¹, Luís Miguel Massuça^{1,2,3}

¹ CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal

² Faculty of Physical Education and Sport, Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal

³ ICPOL, Higher Institute of Police Sciences and Internal Security, Lisbon, Portugal

***Journal:** Fragoso, I., Ramos, S., Teles, J., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., & Massuça, L. (submitted). The effect of maturational status-related variation in physical fitness attributes and individual game performance of male adolescent Portuguese basketball players using a new cut-off value of age at peak height velocity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 00: 1-10.

6.1. ABSTRACT

Background: Morphological and fitness attributes are relevant in youth basketball. Nevertheless, the biological maturity process can strongly influence the development of these attributes in basketball players and in their individual game performance.

Objectives: This study aims (a) to estimate the age at peak height velocity (APHV) in Portuguese boys; and (b) to test the effect of maturational status-related variation in physical fitness attributes and individual game performance of U-14 basketball players.

Methods: The study of physical growth was based on a mixed-longitudinal cohort study (retrospective auto report and cross-sectional validation of 439 boys aged between 11-16-years-old). The mathematical Preece-Baines model 1 was adopted for fitting the means stature curve. In accordance, 172 male, 13-14-years-old Portuguese elite regional basketball players were evaluated in four dimensions, i.e.: (a) training; (b) maturation; (c) morphology; (d) fitness; and (e) individual game performance. To categorize the maturity groups a 1-year band was considered. On-time group was defined within a 1-year band (more or less) from the mean APHV; late matured was defined as more than 1 year from mean APHV; early matured was defined as less than 1 year from the mean APHV.

Results: The study of physical growth revealed an APHV around 13.45 years. Complementarily, it was observed that (a) older basketball players surpassed their younger peers in stature, lean mass, 20 m speed, jump power, upper body strength and minutes played per game; (b) 25% of the subjects were early maturing players, and 75% were on-time when 13.81 was used as cut-off value for APHV and 6.9% early mature 87.5% on time and 3.4% as late mature when 13.45 was used as cut-off value for APHV; (c) early maturing players exceeded significantly their peers in body size, body composition (except for relative body fat), jump power and upper body strength (handgrip and medicine ball throw); (d) early maturing players exceeded significantly their peers in rebounds won per game (APHV = 13.81); on-time matured players exceeded significantly their late matured peers in PIR per minute, points scored per minute and in rebounds won per game (APHV = 13.30).

Conclusion: maturation influences morphology attributes and fitness (strength) performance regardless of the cut-off point used, and the use of different cut off points results in different distribution of players in contrasting maturity groups which may affect the impact of maturation on player game performance.

Keywords: youth basketball, maturational status, maturity offset, Performance Index Rating, strength and conditioning

6.2. INTRODUCTION

The identification of performance-related attributes of young basketball players is a challenging task, because of differences in (a) growth (an increase in the size of the body as a whole, or the size attained by specific parts of the body), and (b) biological maturation (the timing and tempo of progress toward the mature biological state), especially when growth rate is more pronounced.

The growth spurt, in male adolescent athletes, usually occurs between ages 12 and 15-years-old (Philippaerts et al., 2006). During this period of growth, chronological age can differ by as much as 4 or 5 years from biological age (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004a; Malina et al., 2010). This biological difference can result in great physical fitness advantages for early maturing boys. In fact, physical fitness advantages of earlier maturing athletes are even more evident in sports where body size, strength, power and speed are determinant attributes for athletes' performance, as in the case of basketball (Ostojic et al., 2006; Torres-Unda et al., 2013).

Basketball is a dynamic and complex team sport, characterized by explosive movement structures (e.g., short sprints, abrupt stops, fast changes in direction, quick accelerations and high vertical jumps), so it is not surprising that in youth basketball the maturity status (e.g., early matured, on-time or later matured) can strongly influence (a) individual game performance (Torres-Unda et al., 2016), and consequently (b) the selection process, being often the early maturing players over-represented in youth selection teams (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz & Malina, 2004). In other words, early maturers seem to be associated with better individual on-court performance, which may explain why maturity offset has been identified as the best predictor of basketball performance of U-14 players (Torres-Unda et al., 2016).

Maturity is commonly assessed using methods such as skeletal age, percentage of adult height attained, or age at peak height velocity (APHV) (Cameron & Bogin, 2012). Longitudinal studies are required to identify primary biological indicators of adolescent growth spurt, as age at the maximum rate of growth in stature (9.0–15.0 years for girls and 11.5–17.3 years for boys) (Malina et al, 2004a, Malina & Koziel, 2014), and magnitude

(cm/yr) of the PHV (Tanner, 1962, 1981). Although the estimated ages at PHV vary somewhat among methods (Marubini & Milani, 1986; Hauspie & Molinari, 2004), these parameters are universally present in normal populations and are reasonably similar in longitudinal studies of European and North American youth (Malina et al., 2004). However, longitudinal samples are unique, limited, relatively small, time consuming, dependent of secular changes expressed since the 1960s (Bodzsar & Susanne, 1998) and specially not representative of the general population.

Thus, given the difficulties faced with longitudinal designs, Mirwald et al. (2002) based on the known different timings of growth in height, sitting height and leg length, developed equations to predict years from PHV (maturity offset) in non-athletic and athletic populations, using a cross-sectional methodology. APHV has good applicability among boys who are average (on time) in maturation and during the interval of the growth spurt (approximately 12–15 years). Predicted maturity offset, defined as the time (years) before or after PHV, and predicted age at PHV, derived as CA minus maturity offset have been increasingly used in studies of youth physical activity (Weeks & Beck, 2012; Wickel, Eisenmann, & Welk, 2009) and of young athletes (Malina et al., 2012; Matthys, Vaeyens, Coelho e Silva, Lenoir, & Philippaerts, 2012; Sherar, Baxter-Jones, Faulkner, & Russell, 2007; Till, Cogley, O'Hara, Chapman, & Cooke, 2010; Vandendriessche et al., 2012).

Maturity offset and APHV have been used as covariates or as predictors of physical activity and performance in youth, but also to classify (pre- and post-PHV; late, on time and early) participants into contrasting maturity groups (Malina, 2014). However, to classify the sampling units and forming contrasting maturity groups the mean of PHV as to be known.

Although classifications are not expected to correspond exactly to reality, the advanced maturity status of male adolescent athletes and the relatively narrow range of variation in predicted ages at PHV may influence the classifications of youth into maturity categories during adolescence (Malina, 2011, Malina et al., 2004a; Malina et al., 2012; Malina et al. 2016) and may impair its utility and effectiveness in talent identification and development programs. All maturity predictions have associated errors, especially during adolescence, when inter-individual differences in timing and tempo of the growth spurt are considerably bigger and when reference values, like PHV, are not known or adjusted to the studied population. Nevertheless, and although considerable research on youth basketball players has been devoted to the relation of maturational status with morphological attributes, fitness and game performance (Coelho-e-Silva et al., 2008, 2010; Torres-Unda et al., 2013, 2016),

the study of maturity contrasting categories of basketball players and its implication on individual game performance has been, so far, less considered.

Thus, this study was designed (a) to estimate the age at peak height velocity (APHV) mean in Portuguese boys; and (b) to test the effect of maturity status-contrasting categories in physical fitness attributes and individual game performance of U-14 basketball players.

It was hypothesized that (a) the APHV cut-off value of the Mirwald study (13.81) (Mirwald et al. 2002) differs from the APHV of Portuguese boys and from the predicted APHV mean of young basketball players; and (b) physical fitness attributes and individual game performance of 13-14-years-old Portuguese elite regional basketball players differ among the contrasting maturational categories obtained through different cut-off values of APHV.

6.3. METHOD

6.3.1. Experimental Approach to the Problem

Morphological and fitness attributes are relevant in youth basketball (Torres-Unda et al., 2013, 2016). Maturity process can strongly influence the development of physical attributes of basketball players (Coelho-e-Silva, Carvalho, Gonçalves, Figueiredo, Elferink-Gemser, Philippaerts & Malina, 2010) and their individual game performance. Maturity is commonly assessed using maturity offset and APHV giving the difficulties faced with longitudinal designs (Mirwald et al., 2002). However, to classify the units of a Portuguese sample, forming contrasting maturity groups (pre- and post-PHV; late, on time and early), different APHV mean values can be used: (i) the predicted APHV mean of any studied sample; (ii) the APHV mean resulting from a longitudinal national growth study or; (iii) the APHV mean resulting from a longitudinal European growth study.

Although all maturity predictions and classifications have associated errors and are not likely to correspond exactly to the true value, it seemed convenient to study physical growth of Portuguese boys, in order to (a) clarify if the age at peak height velocity (APHV) in Portuguese boys is similar to other values, respectively Mirwald cut-off value and predicted mean APHV; and (b) to clarify if the observed maturational status-related variation in functional capacity and individual game performance, might be related to the use of different cut-off values considering APHV.

6.3.2. Subjects

The study of physical growth was based on a mixed-longitudinal cohort study (six cohorts) in the Lisbon district (Portugal, Europe), and data was based on a retrospective auto report (based on the Personal Health Record) and cross-sectional validation (Portuguese Foundation for Science and Technology – Project number PTDC/DES/113156/2009) of 439 boys aged between 11-16-years-old (Figure 6.1).

Figure 6.1. Distribution of the ages at which the evaluations were self-reported and performed (cohorts), and frequency of cases by age

Data (source)	Auto Report (from Portuguese Health Card)										Project FCT/MCTES(PIDDAC) ^(a)					
Age (years)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11	12	13	14	15	16
N	214	197	197	160	149	197	124	120	127	131				439		
Cohort 1	→ 56															
Cohort 2	→ 87															
Cohort 3	→ 93															
Cohort 4	→ 70															
Cohort 5	→ 76															
Cohort 6	→ 57															

^(a) Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) - Project FCT/MCTES(PIDDAC) Number PTDC/DES/113156/2009; Project Title: The impact of regular competitive sport, extracurricular school-based sport and out-of-school-time physical activities on lifestyle and quality of life of children and adolescents (11 to 16 years) considering their bone age. First (IF) and Last (LM) authors were research team members.

Additionally, a cross-sectional study was conducted in which a total of 172 male basketball players (age, 13.76 ± 0.44 -years) were evaluated. Subjects represent nine under-14 (U-14) elite regional teams of the Portuguese First Division, which took part in the 2016 Portuguese Festival of Youth Basketball organized annually by the Portuguese Basketball Federation.

Data related to players' practice experience (i.e., years of basketball practice) and training load (i.e., hours of practice per week) were registered and are presented in Table 1. The morphologic and fitness measurements took place on the first day of the tournament to avoid the influence of players' fatigue on the results. However, some players were measured after the competition had started. In these cases, it was guaranteed that the evaluations were carried out at least 2-hours after the game.

All participants received a clear explanation of the aims and procedures of the study. Only the players, whose parents or legal guardians have signed an informed consent form,

were included in the study. The study was authorized by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport – Universidade Lusófona and performed according to the Helsinki declaration.

6.3.3. Procedures

The battery of tests used in the study covered maturity, morphology, fitness and basketball game performance evaluations. For further details, more detailed description of the procedures, instruments used in this study and intra-observer technical error of measurements, of morphological and fitness evaluations, were presented in a previous study (see: Ramos, Volossovitch, Ferreira, Barrigas, Fragoso & Massuça, 2018).

Age and maturity evaluation

Chronological age (CA; in decimals) was calculated as the difference between the date on which the anthropometric measures were taken and the date of birth. CA group was defined with the whole year as the range midpoint, e.g., 13 years old CA group for adolescents with chronological age between 12.50 and 13.49.

Maturity offset (time before or after APHV) was predicted from a sex-specific equation (Mirwald et al., 2002). Predicted APHV (years) was calculated as the difference between CA and the predicted maturity offset at observation date (Mirwald et al., 2002). The reference for APHV in Mirwald study was 13.81 years. Considering the cross-sectional data used in the study of basketball players, a 1-year band was assumed to categorize the maturity groups (Baxter-Jones, Maffulli, & Mirwald, 2003; Matthis et al., 2012). On-time group was defined as within a band of 1 year from mean APHV (13.81 years); late matured was defined as an APHV > 14.81 years; early matured was defined as an APHV < 12.81 years. Our study of physical growth with Portuguese boys (see results section) revealed an APHV around 13.45 years, and this value was also used as a cut-off to classify the subjects. Thus, on-time was defined as within a band of 1 year from mean APHV derived from the Portuguese sample (13.45 years); late was defined as an APHV > 14.45 years; early was defined as an APHV < 12.45 years. Finally, it was also used as a cut-off value the mean of the studied sample with an APHV around 13.30. Thus, on-time was defined as within a band of 1 year from mean

APHV derived from the mean of the studied sample (13.30 years); late was defined as an APHV > 14.30 years; early was defined as an APHV < 12.30 years.

Morphological Evaluation

Body mass, stature, sitting height, hand span and three skinfolds (triceps, TRI; calf, GML; and subscapular, SBS) were measured following the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006). Leg length was calculated from the difference between stature and sitting height. Arm span was measured as a perpendicular distance between the longitudinal planes of the left and right dactylion, while hand span was measured as the greater distance between the longitudinal planes of the first and fifth fingers (Massuça & Fragoso, 2013).

The body composition analysis included evaluation of fat mass (FM), free-fat mass (FFM) and body mass index (BMI). The relative FM (%FM) and the FFM (kg) were estimated from the value of skinfolds. %FM was calculated as the arithmetic mean of the %FM values obtained through the equations proposed by Lohman (Lohman, 1986) and Slaughter et al. (Slaughter, Lohman, Boileau, Horswill, Stillman et al., 1988). BMI was calculated by the formula $BMI = \text{Body mass} / \text{Stature}^2$.

Fitness Evaluation

Before the fitness tests all participants performed a 20-minute standardized warm-up routine, and between tests the players were allowed 10-minute passive rest. Each participant was verbally instructed and encouraged to give his maximum effort. All players completed seven fitness tests, from which nine variables were collected for analysis.

Speed test. The 20 m speed test was performed according to the protocol described by Jakovljevic et al. (2012) and consisted of a 20 m race. The best time of two attempts was registered in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA).

T-Test. T-test was used for the agility assessment (Jakovljevic et al., 2012; Delextrat & Cohen, 2009). The best time of two attempts was recorded in seconds and hundredths of second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA).

Jump tests. The explosive and elastic leg strength were tested throughout counter movement jump (CMJ) and counter movement jumps with arm swing (CMJ-S), following

the protocol described by Bosco and co-authors (Bosco et al., 1983). The heights (cm) and power (Watts, W) of the two best attempts of vertical jumps were recorded.

2 kg medicine ball throw. The upper-limb explosive strength was tested using the 2 kg medicine ball throw (MBT). The distance (in cm) attained in the best of two attempts, was considered.

Handgrip strength. The handgrip (HG) strength was assessed with a dynamometer (Takei Physical Fitness Test, TKK 5001, GRIP - A). Participants performed the test twice with each hand, and the sum of the best results achieved by left and right hand was recorded (in kg).

Sit and reach test. The flexibility was assessed using the sit and reach test. The score of the test was recorded to the nearest centimetre.

Basketball Game Performance

Basketball individual performance was assessed in terms of minutes, played per game, points scored in the tournament (i.e., expressed as the average points per game), rebounds captured in the tournament (i.e., expressed as the average rebounds per game), and the Performance Index Rating (PIR) of the players during tournament. PIR is a basketball statistical formula that is used by the International Basketball Association (FIBA), as well as various European national domestic leagues to measure the performance of a basketball player. All the performance indicators were calculated from the data recorded by the officials of the Portuguese Basketball Federation using the following formula: $PIR = (\text{points} + \text{rebounds} + \text{assists} + \text{steals} + \text{blocks}) - (\text{missed field goals} + \text{missed free throws} + \text{turnovers} + \text{shots rejected})$.

6.3.4. Statistical Analysis

The Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS software version 24.0, IBM SPSS, Chicago, IL) was used for statistical analysis. Significance level was set at 5% with effect sizes (partial eta square, η_p^2) also calculated.

Growth modelling during adolescence was first considered using the mathematical model proposed by Preece and Baines (PB model 1) (Hauspie & Molinari, 2004; Preece & Baines, 1978):

$$y = h_1 - \frac{2(h_1 - h_\theta)}{\exp[s_0(t - \theta)] + \exp[s_1(t - \theta)]}$$

where y is the stature (cm), t is the age (years), and h_1 (adult stature), h_θ , s_0 , s_1 and θ are mathematical parameters that were used to estimate some biological parameters (age at the peak height velocity, age at take-off, height at the peak height velocity, height at take-off, velocity at peak height velocity, velocity at take-off, increment of stature from peak high velocity to adult stature and intensity of take-off). Preece-Baines model 1 it is most often used to longitudinal data, but it can be applied to cross-sectional data as presented by Zemel and Johnston (1994). These authors showed that Preece-Baines model 1 can accurately estimate the age at peak height velocity in males, as well as other characteristics of the adolescent growth spurt when using cross-sectional data. So, due to the cross-sectional characteristics of our data, the Preece-Baines model 1 was adjusted for the sample mean profile.

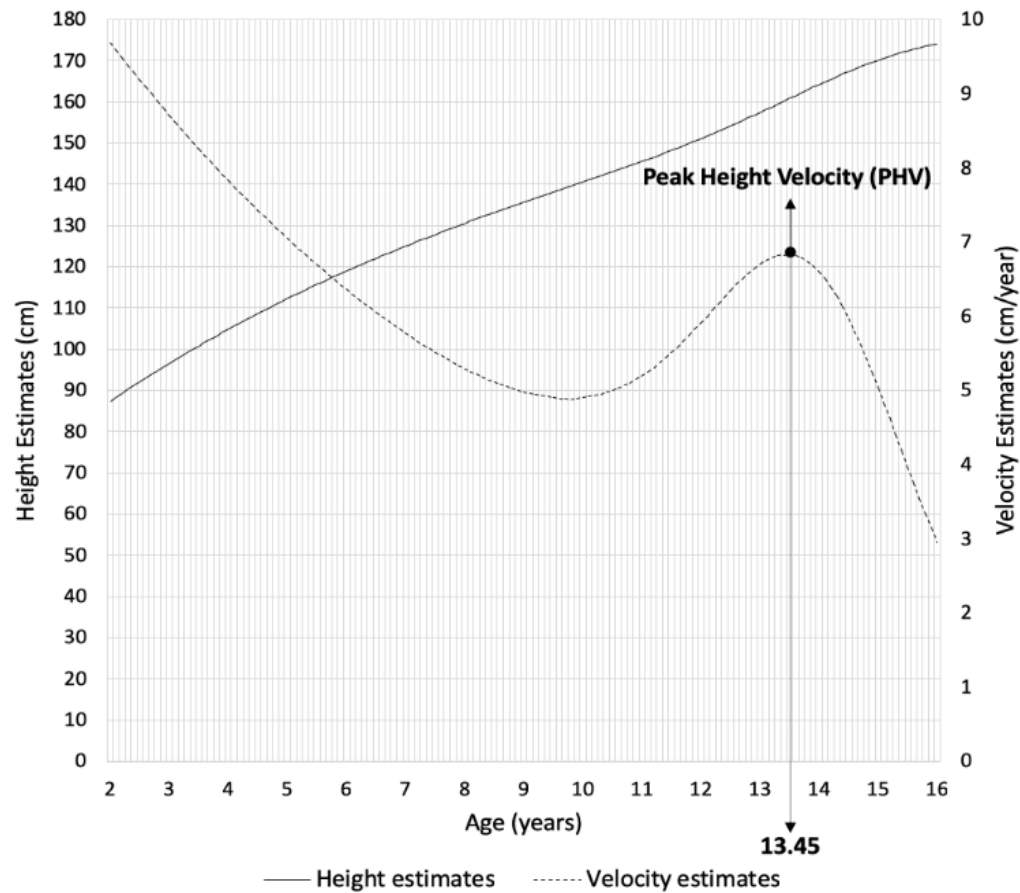
Complementarily, basketball players, descriptive' statistics (mean and standard deviation) were determined for two age groups (12.50–13.49 and 13.50–14.49-years-old) and for three maturational status groups (early, on-time, late) obtained through three different cut-off points of APHV (i.e., 13.30, 13.45 and 13.81). Independent samples t-tests and Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance by Ranks tests were performed to test the effect of chronological age (decimal age) and maturational status on morphological, fitness and game performance variables. Independent samples t-test assumptions of normality and homogeneity of variances were assessed using Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. Dunn-Bonferroni post hoc tests were performed following a significant Kruskal-Wallis test to identify the significant differences between the maturity groups on morphologic, fitness and performance variables. The magnitude of the effect size was estimated using partial eta squared (η_p^2) with cut-off values adapted from Cohen (1988), i.e.: [0.01, 0.06[(small); [0.06, 0.14[(moderate); ≥ 0.14 (large).

6.4. RESULTS

Growth pattern

The estimated value for male adult stature was 177.9 cm, and the estimated age and stature at peak height velocity was 13.45 years and 160.5 cm respectively. Smooth distance curve, velocity curve, and parameter estimates according to Preece-Baines model 1 are presented in Figure 6.2.

Figure 6.2. Smooth distance curve (height estimates), velocity curve (first derivate of the fitted function) indicating age at peak height velocity (APHV), and parameter estimates according to Preece-Baines model I.



Goodness of fit		
	SEE	0.53
Mathematical parameters		
h1 (adult stature)		177.88
h0		165.64
s0		0.11
s1		0.93
θ (theta)		14.22
Auxiliary parameters		
S_Peak Height Velocity		0.39
S_Take-Off		0.13
Biological parameters		
Age at Peak Height Velocity (years)		13.45
Age at Take-Off (years)		9.75
Height at Peak Height Velocity (cm)		160.52
Height at Take-Off (cm)		139.34
Velocity at Peak Height Velocity (cm/year)		6.83
Velocity at Take-Off (cm/year)		4.90
Inc. stature Take-Off (cm)		21.18
Inc. stature from Peak Height Velocity to adult (cm)		17.37
Intensity Take-Off		1.94

Chronological age groups.

Practice experience, training load and estimated APHV did not differ significantly between oldest and youngest groups. Nevertheless, compared with the younger players, the older players were: (a) heavier (+6.6 kg; $t = -3.465$, $p = 0.001$, $\eta^2p = 0.066$), taller (+7.2 cm; $t = -4.490$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.106$), had more arm span (+7.2 cm; $t = -3.832$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.080$), more hand span (+0.9 cm; $t = -3.006$, $p = 0.003$, $\eta^2p = 0.050$) and more lean mass (+5.5 kg; $t = -4.403$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.102$); (b) were faster (-0.09 s; $t = 2.180$, $p = 0.031$, $\eta^2p = 0.027$), jumped higher on CMJ (+1.9 cm; $t = -2.001$, $p = 0.047$, $\eta^2p = 0.023$), had more CMJ power (+99 W; $t = -3.729$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.075$), jumped higher on CMJ-S (+2.3 cm; $t = -2.228$, $p = 0.027$, $\eta^2p = 0.028$), CMJ-S power (+108 W; $t = -3.856$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.080$), and handgrip strength (+8.0 kg; $t = -2.497$, $p = 0.016$, $\eta^2p = 0.046$), and threw the medicine ball longer (+60 cm; $t = -4.305$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.098$); and (c) had better PIR/game (+1.83; $t = -2.927$, $p = 0.004$, $\eta^2p = 0.048$), PIR/min (+0.10; $t = -2.228$, $p = 0.027$, $\eta^2p = 0.028$), points/game (+1.25; $t = -3.178$, $p = 0.002$, $\eta^2p = 0.045$), rebounds/game (+1.1; $t = -2.909$, $p = 0.004$, $\eta^2p = 0.047$) and play more minutes per game (2.6 min; $t = -3.607$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.071$)

Table 6.1. Descriptive statistics and results of independent samples t tests to evaluate the effect of chronological age in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics

	<i>CA groups</i>		<i>Effect of CA</i>		
	13 Years (n=34)	14 Years (n=138)	t	P	η^2_p
Practice experience (years)	5.1±2.8	5.4±2.5	-0.754	0.452	0.003
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.0±1.5	6.3±1.6	-1.020	0.309	0.006
CA (years)	13.1±0.4	13.9±0.2	-11.561	<0.001	0.641
Maturity offset (years)	-0.37±0.78	0.67±0.67	-7.829	<0.001	0.265
APHV (years)	13.4±0.6	13.3±0.6	1.226	0.222	0.009
<i>MORPHOLOGY</i>					
Body Mass (kg)	54.4±11.9	61.0±9.4	-3.465	0.001	0.066
Stature (cm)	166.9±9.0	174.1±8.2	-4.490	<0.001	0.106
Arm span (cm)	170.0±11.7	177.2±9.3	-3.832	<0.001	0.080
Hand span (cm)	21.4±1.8	22.3±1.5	-3.006	0.003	0.050
BMI (kg/m ²)	19.3±2.8	20.0±2.1	-1.584	0.115	0.015
%FM	16.7±6.4	16.9±5.5	-0.196	0.845	0.000
Lean mass (kg)	44.8±7.5	50.3±6.3	-4.403	<0.001	0.102
<i>FITNESS</i>					
V20-m (s)	3.42±0.22	3.33±0.23	2.180	0.031	0.027
TT (s)	10.6±0.7	10.4±0.7	1.363	0.175	0.011
CMJ Height (cm)	28.4±4.7	30.3±5.1	-2.001	0.047	0.023
CMJ Power (w)	640±152	739±135	-3.726	<0.001	0.075
CMJ-S Height (cm)	33.8±4.7	36.1±5.7	-2.228	0.027	0.028
CMJ-S Power (w)	698±163	806±143	-3.856	<0.001	0.080
SUM HG (kgf)	64.4±17.4	72.4±13.8	-2.497	0.016	0.046
MBT (m)	4.49±0.71	5.09±0.73	-4.305	<0.001	0.098
Seat and reach (cm)	-1.8±7.6	-1.1±7.9	-0.447	0.655	0.001
<i>PERFORMANCE</i>					
PIR/Game	0.67±2.67	2.50±3.39	-2.927	0.004	0.048
PIR/min	0.04±0.23	0.14±0.24	-2.228	0.027	0.028
Points/Game	2.77±1.87	4.02±2.67	-3.178	0.002	0.038
Points/min	0.23±0.12	0.26±0.16	-1.309	0.192	0.010
Rebounds/game	1.97±1.53	2.98±1.88	-2.909	0.004	0.047
Minutes	11.9±3.7	14.5±3.7	-3.607	<0.001	0.071

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age; CMJ - countermovement jump; CMJ-S - countermovement jump with arms swing; MBT - medicine ball throw; SUM HG -sum of right and left handgrip; PIR – Performance Index Rating; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; %FM - Fat mass percentage

Maturational status group.

When the maturity groups were based on APHV = 13.81, ~22% of the subjects were early mature, ~78% were on-time, and no late-matured players were found. When APHV = 13.45 was used to establish maturity groups, ~7% of the subjects were early mature, and ~89.5% were on-time and ~3.5% were late-matured (see Table 6.1). When APHV = 13.30 was used to establish maturity groups, ~5% of the subjects were early mature, ~86% were on-time, and ~9% of the subjects were early mature (see Table 6.2, 6.3 and 6.4). Table 6.2,

6.3 and 6.4 presents the morphological attributes, fitness performance measures and specific performance variables by maturational status groups.

Table 6.2. Descriptive statistics and results of independent samples t test to evaluate the effect of maturity groups (APHV=13.81) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics

	<i>Group (13.81)</i>		<i>Effect of maturity (13.81)</i>		
	Early (n=37)	On-time (n=135)	t	P	η^2_p
Practice experience (years)	4.7±2.6	5.5±2.5	-1.79	0.075	0.019
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.7±1.8	6.1±1.5	2.15	0.033	0.027
CA (years)	13.9±0.3	13.7±0.5	1.64	0.103	0.016
Maturity offset (years)	1.36±0.40	0.22±0.70	12.75	<0.001	0.345
APHV (years)	12.5±0.2	13.5±0.5	-17.76	<0.001	0.451
<i>MORPHOLOGY</i>					
Body Mass (kg)	70.3±7.5	56.8±8.9	8.42	<0.001	0.294
Stature (cm)	182.4±5.5	170.0±7.6	11.15	<0.001	0.335
Arm span (cm)	185.6±6.8	173.1±9.3	9.11	<0.001	0.256
Hand span (cm)	23.0±1.1	21.9±1.6	4.80	<0.001	0.084
BMI (kg/m ²)	21.1±1.9	19.6±2.3	3.76	<0.001	0.077
%FM	18.8±5.1	16.3±5.7	2.40	0.018	0.033
Lean mass (kg)	56.8±3.9	47.2±6.1	11.53	<0.001	0.324
<i>FITNESS</i>					
V20-m (s)	3.29±0.22	3.36±0.24	-1.55	0.123	0.014
TT (s)	10.49±0.63	10.39±0.70	0.82	0.415	0.004
CMJ Height (cm)	30.8±4.7	29.7±5.2	1.15	0.250	0.008
CMJ Power (w)	851±133	684±125	7.11	<0.001	0.229
CMJ-S Height (cm)	36.5±4.9	35.4±5.7	0.99	0.323	0.006
CMJ-S Power (w)	925±136	747±134	7.15	<0.001	0.231
SUM HG (kgf)	79.0±13.5	68.5±14.4	3.96	<0.001	0.085
MBT (m)	5.60±0.63	4.80±0.70	6.30	<0.001	0.189
Seat and reach (cm)	-2.7±8.5	-0.8±7.6	-1.30	0.195	0.010
<i>PERFORMANCE</i>					
PIR/game	3.04±4.02	1.90±3.10	1.86	0.065	0.020
PIR/min	0.16±0.30	0.11±0.22	1.10	0.274	0.007
Points/game	3.94±2.74	3.72±2.54	0.45	0.653	0.001
Points/min	0.26±0.14	0.26±0.15	-0.05	0.962	0.000
Rebounds	3.59±2.32	2.56±1.65	3.04	0.003	0.052
Minutes	14.0±3.9	14.0±3.8	0.03	0.976	0.000

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age; CMJ - countermovement jump; CMJ-S - countermovement jump with arms swing; MBT - medicine ball throw; SUM HG -sum of right and left handgrip; PIR – Performance Index Rating; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; %FM - Fat mass percentage

* Significant difference between early and on-time matured players, $p < 0.05$

Significant difference between early and late matured players, $p < 0.05$

∞ Significant difference between on-time and late matured players, $p < 0.05$

Table 6.3. Descriptive statistics and results of Kruskal-Wallis tests to evaluate the effect of maturity groups (APHV=13.45) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics

	Group (13.45)			Effect of maturity (13.45)		
	Early (n=12)	On-time (n=154)	Late (n=6)	H	P	η^2_p
Practice experience (years)	4.6±2.5	5.4±2.6	6.5±2.3	2.42	0.298	0.014
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.9±2.0	6.2±1.5	5.3±0.8	4.20	0.122	0.024
CA (years)	13.8±0.4	13.8±0.5	13.8±0.5	0.47	0.789	0.003
Maturity offset (years)	1.6±0.4*#	0.4±0.7∞	-0.8±0.4	36.95	<0.001	0.179
APHV (years)	12.2±0.1*#	13.3±0.5∞	14.6±0.1	48.20	<0.001	0.222
MORPHOLOGY						
Body Mass (kg)	74.5±9.8*#	59.3±8.8∞	39.8±3.3	34.60	<0.001	0.170
Stature (cm)	186.3±4.6*#	172.1±8.0∞	159.8±5.2	36.97	<0.001	0.180
Arm span (cm)	189.0±6.8*#	175.4±9.3∞	158.7±3.6	33.34	<0.001	0.165
Hand span (cm)	23.1±1.3#	22.2±1.6∞	19.9±1.3	15.17	0.001	0.082
BMI (kg/m ²)	21.5±2.9#	19.9±2.1∞	15.6±1.1	18.54	<0.001	0.099
%FM	20.8±6.6#	16.8±5.4∞	9.4±2.9	16.77	<0.001	0.090
Lean mass (kg)	58.5±3.5*#	49.0±6.2∞	36.1±3.0	36.60	<0.001	0.178
FITNESS						
V20-m (s)	3.31±0.26	3.34±0.23	3.45±0.29	1.60	0.450	0.009
TT (s)	10.57±0.67	10.38±0.69	10.87±0.59	4.45	0.108	0.026
CMJ Height (cm)	30.4±2.9	30.0±5.2	28.5±4.7	0.60	0.743	0.004
CMJ Power (w)	904±93*#	715±132∞	477±45	33.51	<0.001	0.165
CMJ-S Height (cm)	36.2±4.2	35.6±5.7	34.9±5.9	0.25	0.883	0.001
CMJ-S Power (w)	986±110*#	779±139∞	528±56	32.44	<0.001	0.161
SUM HG (kgf)	80.4±12.3#	70.9±14.4∞	48.3±1.8	19.00	<0.001	0.101
MBT (m)	5.49±0.77#	4.99±0.71∞	3.57±0.15	20.13	<0.001	0.106
Seat and reach (cm)	-4.8±7.2	-1.0±7.9	-0.8±5.3	2.52	0.284	0.015
PERFORMANCE						
PIR/game	2.46±2.44	2.18±3.42	0.43±2.42	2.31	0.314	0.014
PIR/min	0.10±0.40	0.13±0.23	-0.02±0.20	3.33	0.190	0.019
Points/game	3.35±1.78	3.84±2.66	2.72±1.61	1.05	0.593	0.006
Points/min	0.23±0.11	0.26±0.15	0.18±0.09	1.77	0.412	0.010
Rebounds	3.36±1.67	2.78±1.89	1.70±0.85	4.15	0.126	0.024
Minutes	13.4±3.2	14.0±3.9	14.2±2.8	0.33	0.848	0.002

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age; CMJ - countermovement jump; CMJ-S - countermovement jump with arms swing; MBT - medicine ball throw; SUM HG - sum of right and left handgrip; PIR – Performance Index Rating; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; %FM - Fat mass percentage

* Significant difference between early and on-time matured players, $p < 0.05$

Significant difference between early and late matured players, $p < 0.05$

∞ Significant difference between on-time and late matured players, $p < 0.0$

Table 6.4. Descriptive statistics and results of Kruskal-Wallis tests to evaluate the effect of maturity group (APHV=13.30) in inter-variability of U14 youth basketball players' characteristics

	Group (13.30)			Effect of maturity (13.30)		
	Early (n=8)	On-time (n=148)	Late (n=16)	H	P	η^2_p
Practice experience (year)	3.9±2.5#	5.3±2.6	6.7±2.2	7.32	0.026	0.041
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.4±1.3	6.3±1.6	5.5±1.2	4.71	0.095	0.027
CA (years)	13.9±0.3	13.8±0.5	13.8±0.3	0.52	0.772	0.003
Maturity offset (years)	1.7±0.3*#	0.5±0.7∞	-0.6±0.3	48.47	<0.001	0.223
APHV (years)	12.2±0.1*#	13.2±0.5∞	14.4±0.1	61.91	<0.001	0.268
MORPHOLOGY						
Body Mass (kg)	74.3±10.6*#	60.6±8.7∞	43.9±4.4	46.94	<0.001	0.217
Stature (cm)	187.9±4.0*#	173.2±7.7∞	160.4±3.9	48.34	<0.001	0.222
Arm span (cm)	191.3±7.0*#	176.3±9.2∞	163.0±4.9	41.28	<0.001	0.196
Hand span (cm)	22.9±1.3#	22.3±1.6∞	20.7±1.3	17.97	<0.001	0.096
BMI (kg/m ²)	21.1±3.4#	20.1±2.1∞	17.1±1.7	25.43	<0.001	0.131
%FM	20.2±7.8#	17.2±5.3∞	11.7±4.6	19.44	<0.001	0.103
Lean mass (kg)	58.5±2.3*#	49.9±6.1∞	38.7±3.3	47.39	<0.001	0.219
FITNESS						
V20-m (s)	3.36±0.26	3.34±0.23	3.42±0.24	2.60	0.272	0.015
TT (s)	10.60±0.73	10.38±0.69	10.55±0.68	1.73	0.421	0.010
CMJ Height (cm)	29.5±2.5	30.1±5.2	28.9±5.0	1.87	0.393	0.011
CMJ Power (w)	887±104*#	732±131∞	524±72	40.16	<0.001	0.192
CMJ-S Height (cm)	35.0±4.7	35.8±5.7	34.4±5.2	1.06	0.588	0.006
CMJ-S Power (w)	963±114*#	799±139∞	571±67	40.80	<0.001	0.194
SUM HG (kgf)	80.2±14.0#	72.0±14.4∞	55.0±7.8	24.29	<0.001	0.126
MBT (m)	5.26±0.61#	5.06±0.71∞	3.99±0.54	26.68	<0.001	0.136
Seat and reach (cm)	-4.4±8.6	-0.8±8.0	-3.0±5.4	1.98	0.372	0.012
PERFORMANCE						
PIR/game	2.29±2.89	2.32±3.42	0.41±2.22	5.29	0.071	0.030
PIR/min	0.04±0.48	0.14±0.23∞	-0.01±0.18	6.62	0.036	0.038
Points/game	3.01±1.74	3.95±2.67	2.51±1.52	5.53	0.063	0.032
Points/min	0.22±0.12	0.27±0.15∞	0.17±0.08	7.41	0.025	0.042
Rebounds	3.18±1.76	2.89±1.90∞	1.60±0.89	9.98	0.007	0.056
Minutes	12.8±2.7	14.1±3.9	13.2±3.2	1.81	0.405	0.011

Legend: APHV - age at peak height velocity; BMI - body mass index; CA - chronological age; CMJ - countermovement jump; CMJ-S - countermovement jump with arms swing; MBT - medicine ball throw; SUM HG -sum of right and left handgrip; PIR – Performance Index Rating; TT - T-test; V20-m - Speed 20m test; %FM - Fat mass percentage

* Significant difference between early and on-time matured players, $p < 0.05$

Significant difference between early and late matured players, $p < 0.05$

∞ Significant difference between on-time and late matured players, $p < 0.0$

Practice experience and training load did not differ between maturational status groups (i.e., considering APHV = 13.30; 13.45; or 13.81 years).

Results were similar for APHV= 13.30, 13.45 and 13.81, i.e., compared to their on-time peers, early matured players were: (a) taller (13.30, +14.7 cm; 13.45, +14.2 cm; 13.81, +12.4

cm), heavier (13.30, +13.7 kg; 13.45, +15.2 kg; 13.81, +13.5 kg), had bigger arm span (13.30, +15 cm; 13.45, +13.6 cm; 13.81, +12.5 cm), wider hand span (13.30, +0.6 cm; 13.45, +0.9 cm; 13.81, +1.1 cm), superior BMI (13.30, +1.0 kg/m²; 13.45 and 13.81, +1.5 kg/m²), presented more relative fat mass (13.30, +3%; 13.45, +4%; 13.81, +2.5%) and more lean mass (13.30, +8.6 kg; 13.45, +9.5 kg; 13.81, +9.6 kg); (b) were better in CMJ power (13.30, +155 W; 13.45, +189 W; 13.81, +167 W), CMJ-S power (13.30, +164 W; 13.45, +207 W; 13.81, +178 W), handgrip strength (13.30, +8.2 kg; 13.45, +9.5 kg; 13.81, +10.5 kg) and threw the medicine ball further (13.30, +0.2 m; 13.45, +0.50 m; 13.81, +0.8 m); and (c) had more 1.3 rebounds per game (13.81).

In addition, when APHV = 13.30 was used to establish maturity groups, the on-time matured players had significant higher scores in PIR/min, points/min and rebounds per game than the late matured players.

6.5. DISCUSSION

The study of physical growth in boys of the Lisbon district (Portuguese), revealed a cut-off value for age at peak height velocity (APHV) around 13.45 years. In addition, the study of maturational status-related variation, of males, 13-14 years (U-14) Portuguese elite regional basketball players, in physical fitness attributes and individual game performance showed that: (a) older players surpassed their younger peers in stature, body mass, arm span, hand span, lean mass, jump power, upper body strength, PIR (per game and per minute), points scored per game and minutes played per game; (b) 5%, 7% and 22% of the subjects were early maturing players, and 86%, 87.5% and 78% were on-time and 9%, 3.5 % were late maturers considering the group cut-off points of 13.30, 13.45 and 13.81, respectively; (c) among the 172 athletes who participated in this study 16 players and six players (9% and 3.5%) were late-maturers when basketball player's predicted mean and Portuguese reference for APHV were used (i.e., 13.30 and 13.45) and no late maturers were found when using 13.81 cut-off point; (c) early maturing players exceed significantly their peers in body size, body composition, jump power and upper body strength (handgrip and medicine ball throw) in all maturity groups classifications (i.e., 13.30, 13.45 and 13.81); (d) early maturers performed better in rebounds compared to other maturity groups (APHV cut-off point = 13.81) and on-time matured players had higher values of PIR/min and points/min compared to the other maturity groups (APHV cut-off point = 13.30).

Although the variety of analytical procedures; the secular growth trend, as most of longitudinal studies were done between 70 and 90; the different proportions of populations; the little variation (more or less an year) of sex-specific estimates of timing and tempo; the age at PHV have been frequently considered. Portuguese adolescents' age at PHV, estimated with PB model 1, was 13.45 years with a velocity in the PHV of 6.8 cm/yr. The mean age at PHV for males in this study was somewhat early compared to most of (13,8-14,3) other PB model 1 analysis (Lee, 1980; Tanner et al. 1976; Largo & Prader, 1983; Kimura et al., 2003; Duarte, 1993). The mean age at PHV for boys in the present study was also early compared to that for boys in the Wroclaw Growth Study, 14.0 ± 1.2 years (Geithner, 2012; Malina & Bielicki, 1992). The results suggest that our sample might be slightly early compared to other samples although later than a Japan sample (Hauspie et al., 1980). In contrast, the mean velocity in the PHV was smaller to the corresponding estimates for the aforementioned samples (range 8.8-9.7 cm/yr). Our sample is an independent sample of Portuguese (European) boys with considerable differences in tempo and magnitude of growth, although all growth parameters comparisons resulted from studies that used similar analysis procedures (PB model 1).

This study indicates that the adolescent growth spurt in stature occurs about half-year earlier in Lisbon district (Portuguese) boys as compared to Mirwald study cut-off value (i.e., 13.81 years) and other European studies, but later than the predicted mean APHV (13.30 years) obtain, with Mirwald equation, for our sample. These facts may suggest that the selection process of male U-14 Portuguese elite regional basketball teams, which participated in the tournament, was influenced by biological maturation. According to Coelho-e-Silva et al. (2004), the majority of Portuguese basketball players selected for the Junior national team (aged 15-16 years) were advanced maturers and none was late maturer, showing that the selection process in basketball junior category favors individuals with larger body size and biologically advanced. The same trend was described for the youth categories of Spanish basketball, i.e., Spanish elite players (selected from the best and more representative teams) had a higher biological age (measured by years from APHV, i.e., maturity offset) than non-elite basketball players (Torres-Unda et al., 2013).

Maturity-related differences in anthropometry among male adolescent athletes are well documented in available literature (Figueiredo, Gonçalves, Coelho-e-Silva & Malina, 2009; Philippaerts et al., 2006; Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, & Aroso, 2004; Matthis et al., 2012), where several authors consider body size dimensions as important attributes for youth basketball players (Hoare, 2000; Torres-Unda et al., 2013). In the present study,

athletes with different maturational status showed significant differences in body mass, stature, arm span and hand span with large effects sizes been observed for body mass, stature and arm span.

Moreover, early maturation is also associated with better performances in fitness tests (Coelho-e-Silva et al., 2008; Malina et al., 2004b; Torres-Unda et al., 2016) and, in this study, early maturing basketball players performed significantly better on upper (HG and MBT) and lower (CMJ and CMJ-S power) body strength tests (effect sizes showed large effects for HG, MBT, CMJ and CMJ-S power).

Our results confirmed that chronological age and biological maturation have an impact on body size attributes and strength performances. The three cut off points presented the same differences among groups showing that morphologic and fitness results were not dependent from the cut-off point used. Although the lack of late maturers when using 13.81 cut off point and the number of late maturers (9%) when groups were classified using 13.30 cut off value, the morphologic and fitness results were in general greater for early matured group. Previous researches reported similar results, showing that maturation status explained a significant portion of body size variance and had a significant effect on jumps and upper body strength (Coelho-e-Silva et al., 2008). In addition, Torres-Unda et al. (2013) observed, in young basketball players of the same age category, strong correlations between maturation, morphology (e.g., body mass, stature, arm span and lean mass) and fitness performance (e.g., jumps power).

The present study found that maturational status had a significant and positive effect on morphological attributes and fitness performance, but a small influence on Performance Index Rating (PIR) and average scored points. These two scores of basketball individual performance (i.e., PIR and point average) are the game performance indicators most commonly used to evaluate player's individual performance in a basketball game (Torres-Unda et al., 2013, 2016).

Performance does not seem to be related to maturity status. However, the cut-off value 13.30 (average APHV of the studied basketball players), which included a very small number of athletes (5%) in the advanced group, showed significant differences, between the on time and the late maturers group, for most of the performance variables. Contrarily to what was mention about morphological attributes and fitness performance, the highest performance values were not related with early maturity status, with only one exception, the rebounds. Thus, although some morphological and fitness attributes regarding speed and power are important attributes for basketball success, our results suggested, in accordance

with Ostojic et al. (2006), that these attributes, by themselves, are not the drive for excellence in basketball.

Torres-Unda et al. (2016) observed: (a) that stature and maturity offset were the best predictors of individual performance in youth basketball; and (b) a moderate correlation between maturity offset and PIR per game. In the present study, maturity status groups showed no effect on player individual performance (evaluated by PIR) and points scored (per game and per minute). Contrary to our findings, Torres-Unda and colleagues reported that points scored per game had a strong correlation with maturity offset and a moderate correlation with body size and fitness of the players (e.g.: endurance, speed, CMJ-S jump height) (Torres-Unda et al., 2013). The apparent contradiction of our results and those of Torres-Unda (2013) suggests that players scoring ability and game performance can be affected by other factors than maturity. In addition, our study showed that, maturity status (only for maturity groups based on 13.30 and 13.81 cut off points) had a significant effect on average rebound. Because rebounding involves previous physical contact with the final intention of getting the ball as high as possible above the ground, body size and jumping ability may possibly help players to dominate this important and specific skill of a basketball game. It is expected that heavier and taller players, with leaner mass and greater jump power would be able to win more rebounds per game.

This observation reinforces that, in the complex dynamic of a basketball game it is highly possible that other factors (e.g., technique, tactics, strategy or psychological features) play a key influence on individual player's performance. Also, maturity may not be directly related with most of the performance variables. Instead, it may moderate the impact of other factors (like years of experience, chronological age, strategy or psychological features) on performance. It is worth mentioning that chronological age had a significant effect on almost every individual performance variables (except for points per minute), with older players having better PIR per game and per minute, points scored per game, rebounds captured, and minutes played.

Several authors highlighted the importance of a superior domain of basketball techniques, tactical knowledge and game strategy for individual players and overall team success (Erčulj et al., 2010; Ostojic et al., 2006; Trninic & Dizdar, 2000). However, studies on basketball and other team sports pointed that technical skills appear to be independent from biological maturation (Coelho-e-Silva et al, 2008; Figueiredo et al., 2009; Malina et al., 2004b; Matthys et al., 2012).

Although the average predicted APHV for the sample in question (13.30 years) should not be ignored, bearing in mind that the average values usually do not differ much from the average values obtained from a longitudinal sample, it would be important to collect longitudinal information, about Portuguese youth basketball players, specially to get as accurately as possible their maturity status. It would also be of great interest to evaluate the effect of maturation on morphofunctional variables and performance (PIR) using other maturity variables like bone age or percentage of predicted adult height. Bone age and relative height are less influence by participants' dimensions, proportions and by secular changes. Finally, maturity needs to be assigned as a moderator between physical and fitness attributes and individual performance in youth basketball (Performance Index Rating and average scored points).

6.6. CONCLUSIONS

The aims of this study were to estimate the age at peak height velocity (APHV) mean in Portuguese boys and to test the effect of maturity status-contrasting categories in physical fitness attributes and individual game performance of U-14 basketball players. Our findings suggest that: (a) the APHV of boys of Lisbon population was half-year earlier as compared to Mirwald study cut-off value (i.e., 13.81 years) and other European studies; (b) the APHV (maturation) influences morphological attributes and fitness (strength) performance regardless of the cut-off point used to classify the sample units in contrasting maturity groups, with early maturing players exceed significantly their peers in body size, body composition and strength performances; and (c) maturity status does not influence individual game performance (only the rebounds seems directly related with maturation) - the differences between maturity groups may result from the number of players per group and from the use of different cut-off points.

6.7. PRACTICAL IMPLICATIONS

It seems relevant that researchers and coaches use specific cutoff points of the studied population to correctly classify players in contrasting maturational groups in order to obtain reliable results of the effect of maturation on morpho-functional and performance variables.

In addition, as Lisbon boys have earlier APHV, it is necessary to use the Portuguese mean APHV value in their maturational assessment to avoid an extreme classifying bias with the suppression of late maturers.

6.8. REFERENCES

- Baxter-Jones, A., Maffulli, N., & Mirwald, R. (2003). Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Probably not. *Pediatric Exercise Science*, 15, 373–382.
- Bodzsar, E., & Susanne, C. (1998). *Secular Growth Change in Europe*. Eötvös University Press, Budapest.
- Bosco, C., Luhtanen P., & Komi, P. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273–282.
- Cameron, N., & Bogin, B. (2012). *Human Growth and Development*. 2nd ed. London, UK: Elsevier.
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277-285.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Coelho-e-Silva, M., Vaz, V., Simões, F., Carvalho, H., Valente-dos-Santos, J., Figueiredo, A., Pereira, V., Vaeyens, R., Philippaerts, R., Elferink-Gemser, M., & Malina, R. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(16), 1793–1802. DOI: 10.1080/02640414.2012.709262.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1066-1072.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Duarte, M. (1993). *Longitudinal study of pubertal peak height velocity and related morphological and functional components in Brazilian children*. Illinois: University of Illinois.
- Lee, P. (1980). Normal ages of pubertal events among American males and females. *J Adolesc Health Care*, 1(1), 26-29.
- Figueiredo, A., Gonçalves, C., Coelho-e-Silva, M., & Malina, R. (2009). Youth soccer players, 11–14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*, 36, 60-73.
- Geithner, C. (2012). *The timing and sequence of growth spurt in different body dimensions during adolescence*. Growth and maturation in Human Biology and Sports: Festschrift honoring Robert M. Malina by fellows and colleagues. Peter Todd Katzmarzyk, Manuel J Coelho e Silva (Eds) (pp. 33–50). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Hauspie, R., Das, S., Preece, M., & Tanner, J. (1980). A longitudinal study of the growth in height of boys and girls of West Bengal (India) aged 6 months to 20 years. *Annals of Human Biology*, 7(5), 429-441.
- Hauspie, R., & Molinari, L. (2004). *Parametric models for postnatal growth*. In: RC Hauspie, N Cameron, and L Molinari, editors. *Methods in Human Growth Research*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 205–233. doi:10.1017/CBO9780511542411.009
- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3.
- Kimura, J., Tachibana, K., Imaizumi, K., Kurosawa, K., & Kuroki, Y. (2003). Longitudinal growth and height velocity of Japanese children with Down's syndrome. *Acta Paediatr.*, 92, 1039-42.

- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Largo, R., & Prader, A. (1983). Pubertal development in Swiss girls. *Helv Paediatr Acta*, 38(3), 229-43.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exercise and Sports Science Review*, 14, 325-357.
- Malina, R. (2014). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Res Q Exerc Sport*, 85, 157–173. PubMed doi: 10.1080/02701367.2014.897592 16.
- Malina, R. (2011). Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Medicine*, 41, 925–947. PubMed doi:10.2165/11590300-000000000-00000 23.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004a). *Growth, maturation and physical activity*. UK: Human Kinetics.
- Malina, R., & Bielicki, T. (1992). Growth and maturation of boys active in sports: Longitudinal observations from the Wroclaw Growth Study. *Pediatric Exercise Science* 4, pp. 68-77.
- Malina, R. Choh, A., Czerwinski, S., & Chumlea, W. (2016). Validation of Maturity Offset in the Fels Longitudinal Study. *Pediatric Exercise Science*, 28(3), 439 -455. Doi.org/10.1123/pes.2015-0090.
- Malina, R., Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, M., Carling, C., & Beunen, G. (2012) Interrelationships among invasive and noninvasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Science*, 30, 1705–1717. PubMed doi:10.1080/02640414.2011.639382
- Malina, R., Eisenmann, J., Cumming, S., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004b). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5), 55-62.
- Malina, R., & Koziel, S. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Science*, 32, 424–437. doi:10.1080/02640414.2013.828850.
- Marubini E., & Milani, S. (1986). *Approaches to the analysis of longitudinal data*. In: F Falkner and JM Tanner, editors. *Human Growth: A Comprehensive Treatise*, Vol. 3, 2nd ed. New York: Plenum, p. 79–94. doi:10.1007/978-1-4615- 7198-8_4.

- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (revised 2006)*. Underdale, S.A.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Massuça, L., Fragoso, I., & Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 178–186.
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho-e-Silva M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(7), 543-549. DOI: 10.1055/s-0031-1298000.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G., (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 689– 694.
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740-744.
- 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 Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Preece, M., & Baines, M. (1978). A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Journal of Annals of Human Biology*, 5(1), 1-24.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in Maturity, Morphological, and Fitness Attributes Between the Better- and Lower-Ranked Male and Female U-14 Portuguese Elite Regional Basketball Teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(00), 1-10. doi:10.1519/JSC.0000000000002691.
- Sherar, L., Baxter-Jones, A., Faulkner, R., & Russell, K. (2007). Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? *Journal of Sports Sciences*, 25, 879–886.
- Slaughter, M, Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, 60, 709-723.
- Tanner, J. (1962). *Growth at Adolescence*. 2nd ed., (Oxford: Blackwell Scientific Publications).

- Tanner, J. (1981). *A history of the study of human growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tanner, J., & Whitehouse, R. (1976). Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty. *Arch Dis Child*, 51, 170-9.
- Till, K., Cobley, S., O'Hara, J., Chapman, C., & Cooke, C. (2010). Anthropometric, physiological and selection characteristics in high performance UK junior rugby league players. *Talent Development and Excellence*, 2, 193–207.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Science*, 31(2), 196-203. DOI: 10.1080/02640414.2012.725133.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zuberoc, J., Seco, J., Gil, S., Javier Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000122.
- Trninič, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Colleg Antropol*, 24(1), 217-234.
- Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. (2012). Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15–16 years). *Journal of Sports Sciences*, 30, 1695–1703.
- Weeks, B., & Beck, B. (2012). Twice-weekly, in-school jumping improves lean mass, particularly in adolescent boys. *Pediatric Obesity*, 7, 196–204.
- Wickel, E., Eisenmann, J., & Welk, G. (2009). Maturity-related variation in moderate-to-vigorous physical activity among 9-14-year olds. *J Phys Act Health*, 6, 597–605.
- Zemel, B., & Johnston, F. (1994). Application of the Preece-Baines growth model to cross-sectional data: Problems of validity and interpretation. *Journal of Annals of Human Biology*, 6(5), 563-570. doi: 10.1002/ajhb.1310060504.

CAPÍTULO VII

ESTUDO V

Estudo V

Morphological and fitness attributes in youth Portuguese basketball players: normative values according to age and biological maturation

Sérgio Ramos^{1*}, Anna Volossovitch², António P. Ferreira², Isabel Fragoso²,
Luís M. Massuça^{1,2,3}

¹ *Faculty of Physical Education and Sport, Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal*

² *CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal*

³ *ICPOL, Higher Institute of Police Sciences and Internal Security, Lisbon, Portugal*

***Journal:** Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., Fragoso, I., & Massuça, L. (Submitted). Morphological and fitness attributes in youth Portuguese basketball players: normative values according to age and biological maturation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00: 1-10.

7.1. ABSTRACT

The aims of the present study were: (i) to describe structural and functional attributes of elite young male Portuguese basketball players aged 12-16 years; and (ii) to generate normative data according to the age and maturity status.

A total of 281 male Portuguese elite basketball players, between the ages of 12 and 16 years, were evaluated in this study. Chronological age, maturational parameters (maturity offset and predicted age at peak height velocity), morphological (body mass, stature, skinfolds and lengths) and fitness (sprint, agility, jump and upper body strength) attributes were measured. Descriptive statistics were determined for the age and maturity status, and the 25th, 50th, and 75th percentiles were chosen as the reference values.

Descriptive and normative values for players morphological and fitness attributes, stratified by age and maturity status, are provided.

The athlete-specific norms presented in this study would be of great help to elite academies to evaluate and monitor changes in morphological and fitness attributes over time in young basketball players. The assessment and comparison of morphological and fitness attributes, the key factors in youth basketball performance, may play a relevant role in monitoring the training process, the player's talent identification/selection process and to track players involved in national talent development programs.

Keywords: reference values; body size; agility; velocity; strength; talent programs

7.2. INTRODUCTION

Basketball is a complex team sport where physical attributes, physiological performance, technical skills, tactical knowledge and psychological attributes contribute to players and overall team success (Drinkwater, Pyne, & Mckenna, 2008; Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006; Torres-Unda et al., 2013; Torres-Unda et al., 2016). Due to the multifactorial nature of basketball performance, identifying and selecting young players with the potential to attain high levels of performance in adult age is a difficult task; and, as it has been demonstrated in various sports, the earlier the sport selection takes place, the lower its

accuracy (Te Wierike, Elferink-Gemser, Tromp, Vaeyens, & Visscher, 2014; Torres-Unda et al., 2013).

The recognition of the difficulty to find valid measures to evaluate prospectively the young athlete's potential justifies the need to analyze the morphological and fitness profiles of successful young players in the different stages of their development. The variables that influence performance at young ages may be different from those which explains the success of adult athletes (Baker & Wattie, 2018). The knowledge of which factors and how they influence players' success in different age categories can be a valuable resource to guide talent selection and the subsequent coaching process (Hoare, 2000; Torres-Unda et al., 2013).

In Portugal, the initial stages of the selection process start with the under-14 (U-14) category, when the most promising players aged 12-14 years are selected to the best clubs or regional teams. Every year, the Portuguese Basketball Federation organizes a national tournament, where the best of the country's U-14 and U-16 male regional teams, compete for 5 days. This basketball event provides an excellent opportunity to characterize the profiles of basketball players between the ages of 12 and 16 years. In agreement with the Portuguese Basketball Federation, the supposed best U-14 (n=161) and U-16 (n=107) male Portuguese basketball players were tested during this tournament, over three consecutive seasons. This allowed us to create an extensive database of morphological and fitness attributes of high-level young players, according to their chronological age.

To the best of our knowledge, no study has yet provided the normative data, established according to age and maturity status, regarding the morphologic and fitness attributes of the Portuguese young elite basketball players. Therefore, the purpose of this study was 2-fold: (i) to analyze morphological and fitness attributes of elite youth male Portuguese basketball players aged 12-16 years; and (ii) to establish normative data according to age and maturity status of players. Taking into account the influence of biological maturation on the player's individual performance (Torres-Unda et al., 2016) and, consequently, on the selection process in youth basketball (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Gonçalves, Vaz, & Malina, 2004; Ramos, Volossovitch, Ferreira, Barrigas, Fragoso, & Massuça, 2018), the normative should be established according to maturity status, in order to provide coaches with more useful information. These reference values can guide coaches' decisions during the talent selection programs at different age categories, and also can help to interpret better the results achieved by young players during the training process, thus contributing to talent development.

7.3. METHODS

7.3.1. Experimental approach to the Problem

Anthropometric and physiological attributes are relevant for success in youth basketball (Ramos et al., 2018, 2019; Torres-Unda et al., 2016). A descriptive design was used to create normative data according to age and maturity status, for morphological attributes (i.e., stature, body mass, body mass index, arm span, hand span, fat mass, and free-fat mass [FFM]), and fitness attributes (i.e., sprint, agility, upper body strength, and jump capacity) of elite youth basketball players. The 25th, 50th, and 75th percentiles were chosen as reference values.

7.3.2. Participants

A total of 281 male basketball players (age 14.51 ± 0.98 years, mean $\pm$ SD) between the ages of 12 and 16 years were evaluated in this study. These participants represented the first division male regional selection teams that competed in the Portuguese Festival of Youth Basketball over three consecutive seasons. The Portuguese Festival of Youth Basketball is an annual tournament organized by the Portuguese Basketball Federation for U-14 and U-16 regional selection teams. Data related to players' morphologic and fitness characteristics were collected. The measurements took place on the 1st day of the tournament to avoid the influence of players' fatigue on the results of measurements. However, some players were measured after the competition had started. In these cases, it was guaranteed that the evaluations were conducted at least two hours after the game had been played.

All participants received a clear explanation of aims and procedures of the study. Only the players, whose parents or legal guardians have signed an informed consent form, were permitted to participate in the study. The study was authorized by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport – Universidade Lusófona and performed according to the Helsinki declaration.

7.3.3. Procedures

The test battery used in the study covered maturity, morphological and fitness evaluations, which have already been described in detail in a previous paper (Ramos et al., 2018).

Age and Maturity evaluations

Chronological age (CA) was calculated, in decimals, as the difference between the date on which the anthropometric measures were taken and the date of birth. CA group was defined by the whole year (i.e., 12 = 12.00-12.99 years, 13 = 13.00–13.99 years, 14 = 14.00-14.99, 15 = 15.00-15.99, and 16 = 16.00-16.99).

Maturity offset (YAPHV) was predicted from a sex-specific equation (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002) and predicted age at peak height velocity (APHV) was calculated by subtracting predicted maturity offset from CA obtained at the time of observation (Mirwald et al., 2002). Maturity group was defined with the whole year as the midpoint of the range (i.e., -1 = [-1.50; -0.51], 0 = [-0.50; 0.49], 1 = [0.50; 1.49], 2 = [1.50; 2.49], 3 = [2.50; 3.49]).

Morphological evaluation

Body mass, stature, sitting height, and three skinfolds - triceps, calf and subscapular (technical error of measurements [TEM]: stature, $R \geq 0.98$; sitting height, $R \geq 0.96$; skinfolds, between $R = [0.92 - 0.98]$) (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006), arm span and hand span were measured (Massuça & Fragoso, 2013). The body composition analysis included the evaluation of relative fat mass (%FM) and absolute free-fat mass (FFM; kg), estimated from skinfolds values. The %FM was calculated as the arithmetic mean of the %FM values obtained through the equations proposed by Lohman (Lohman, 1986) and Slaughter and colleagues (Slaughter et al., 1988). Body mass index (BMI) was calculated using the formula $BMI = \text{Body mass} / \text{Stature}^2$ (kg/m²).

Fitness evaluation

Before the fitness tests all participants performed a standard 20-min warm-up routine (a slow jogging followed by static and dynamic stretching). The players were allowed 10-minute passive rest between tests, as well as water breaks and extra rest time. Each participant was verbally instructed and encouraged to give his/her maximum effort. All players completed seven fitness tests, from which nine variables were collected for analysis.

Speed test. The 20-m speed test was performed and consisted of a 20-m race (Jakovljevic et al., 2012). The time of speed test was recorded in seconds and hundredths of a second using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) and the best time of two attempts was registered (ICC: $r = 0.937$, $p < 0.001$).

T-test. T-test was used for the agility assessment (Delextrat & Cohen, 2009; Jakovljevic et al., 2012). The time was recorded in seconds and hundredths of a second, using photoelectric cells (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) and the best time of two attempts was registered (ICC: $r = 0.962$, $p < 0.001$).

Jump tests. The explosive and elastic leg strength were tested using the counter movement jump (CMJ) and counter movement jumps with arm swing (CMJ-S) (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983). The heights (cm) and power (Watts, W) of vertical jumps were recorded with a Chronojump measurement technology (Bosco System, Globus, Italy). The best record of two attempts was considered (ICC: height of CMJ, $r = 0.976$, $p < 0.001$; power of CMJ, $r = 0.994$; $p < 0.001$; height of CMJ-S, $r = 0.986$, $p < 0.001$; power of CMJ-S, $r = 0.996$, $p < 0.001$).

Two-Kilogram medicine ball throw. The upper-limb explosive strength was tested using the 2-kg medicine ball throw (MBT) (Delextrat & Cohen, 2009), and the distance (cm) attained in the better of two attempts was considered (ICC: $r = 0.982$, $p < 0.001$).

Handgrip Strength. The handgrip (HG) strength was assessed with handgrip test using a dynamometer (Takei Physical Fitness Test, TKK 5001, GRIP - A). Subjects performed the test twice with each hand, and the sum of the best results achieved by each left and right hands, was considered (in kg) (ICC: right HG, $r = 0.990$, $p < 0.001$; left HG, $r = 0.989$, $p < 0.001$).

Sit and Reach Test. The flexibility was assessed using the sit and reach test, and the scores were recorded to the nearest centimeter (ICC: $r = 0.990$, $p < 0.001$).

7.3.4. Statistical Analysis

All the analyses were performed using the SPSS software (Version 22.0, IBM SPSS, Chicago, IL), and the significance was set at 5%. Descriptive statistics (mean and standard deviation) were determined for the age groups (e.g., 13 years = 13.00-13.99 years) and maturity groups (e.g., YAPHV). The 25th, 50th, and 75th percentiles were chosen as reference values, and graphs (see Figures) were generated with GraphPad Prism 8.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA).

7.4. RESULTS

Maturational parameters, morphological, and fitness attributes of U-14 and U-16 elite male basketball players, who participated in the Portuguese National Basketball Championship for regional selection teams, are presented in Table 7.1.

Table 7.1. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) for training experience, maturational parameters, morphological and fitness characteristics of U-14 and U-16 male players participated in the U-14 Portuguese Basketball Championship for regional teams

	U-14 category (n=173)	U-16 Category (n=108)
Practice experience (years)	5.2 $\pm$ 2.5	6.7 $\pm$ 2.5
Training load (hrs-week ⁻¹)	6.1 $\pm$ 1.6	6.8 $\pm$ 2.5
CA (years)	13.8 $\pm$ 0.4	15.7 $\pm$ 0.4
Maturity offset (years)	0.54 $\pm$ 0.7	2.04 $\pm$ 0.6
APHV (years)	13.3 $\pm$ 0.6	13.6 $\pm$ 0.6
MORPHOLOGY		
Body Mass (kg)	60.1 $\pm$ 9.9	68.8 $\pm$ 9.8
Stature (cm)	173.5 $\pm$ 8.4	180.5 $\pm$ 7.3
Arm span (cm)	176.4 $\pm$ 9.5	186.7 $\pm$ 8.6
Hand span (cm)	22.1 $\pm$ 1.6	22.6 $\pm$ 1.4
BMI (kg/m ²)	19.9 $\pm$ 2.2	21.0 $\pm$ 2.3
%FM	16.5 $\pm$ 5.4	13.7 $\pm$ 4.7
Lean mass (kg)	49.7 $\pm$ 6.7	58.9 $\pm$ 7.1
FITNESS		
V20-m (s)	3.35 $\pm$ 0.22	3.12 $\pm$ 0.11
TT (s)	10.35 $\pm$ 0.60	9.55 $\pm$ 0.50
SUM HG (kg)	69.2 $\pm$ 15.7	85.9 $\pm$ 15.7
MBT (m)	4.91 $\pm$ 0.8	6.13 $\pm$ 0.7
CMJ Height (cm)	30.4 $\pm$ 4.8	34.4 $\pm$ 4.6
CMJ Power (W)	719 $\pm$ 143	891 $\pm$ 128
CMJ-S Height (cm)	35.9 $\pm$ 5.6	41.7 $\pm$ 5.5
CMJ-S Power (W)	781 $\pm$ 154	982 $\pm$ 141
Sit and reach (cm)	-1.3 $\pm$ 7.7	4.0 $\pm$ 9.7

Legend: APHV, age at peak height velocity; BMI, body mass index; CA, chronological age; CMJ, countermovement jump; CMJ-S, countermovement jump with arm swing; MBT, medicine ball throw; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test; V20-m, 20 meters speed test; YAPHV, years from age at peak height velocity; %FM, Fat mass percentage;

Descriptive and normative values for players morphological and fitness attributes, stratified by age and maturity status, are provided, in Table 7.2 and 7.3, respectively. Complementarily, the 25th, 50th, and 75th percentiles of: (i) body size and arm span, (ii) speed and agility, (iii) counter movement jumps, (iv) 2-kg medicine ball throw (MBT) and handgrip (HG) strength are graphically presented in Figures 7.1, 7.2, 7.3 and 7.4, respectively.

Table 7.2. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) and reference values (25th, 50th and 75th percentiles) for morphology of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.

		Age (years)					YPHV				
		12	13	14	15	16	-1	0	1	2	3
N		12	97	75	70	27	18	62	102	71	28
Body Mass (kg)	M±SD	49.0±10.0	59.7±8.9	62.2±10.4	69.9±9.9	66.8±9.4	46.1±6.3	55.6±5.2	64.1±7.8	68.4±6.7	77.7±9.0
	P25	40.0	54.5	55.0	64.6	60.0	43.3	51.6	58.0	65.0	70.3
	P50	49.8	59.0	62.0	69.6	68.3	45.5	55.0	62.5	68.5	78.0
	P75	56.1	65.0	70.0	76.6	72.3	49.0	60.0	69.0	72.0	82.3
Stature (cm)	M±SD	165.9±8.8	172.6±8.1	176.2±8.1	181.4±6.9	179.1±8.1	159.6±3.2	169.8±5.2	176.6±5.4	180.9±5.7	188.0±5.5
	P25	159.0	168.1	169.1	176.7	172.4	158.4	166.0	173.2	177.1	184.1
	P50	164.3	173.0	176.7	181.3	177.8	159.4	169.1	175.9	181.3	187.9
	P75	174.7	177.5	181.9	185.4	184.7	160.9	174.3	180.0	185.2	191.8
Arm span (cm)	M±SD	168.9±11.9	175.8±9.2	179.2±9.7	187.5±8.1	185.5±9.4	161.6±4.6	173.3±7.4	180.3±7.2	186.1±6.5	194.3±7.1
	P25	157.0	169.1	172.2	180.7	179.3	158.5	168.6	176.0	180.9	190.0
	P50	163.3	177.0	179.9	186.7	183.1	161.0	172.1	180.0	186.1	195.0
	P75	177.5	181.5	185.1	195.0	191	164.5	179.0	184.7	190.2	199.1
Hand span (cm)	M±SD	21.2±1.5	22.0±1.6	22.5±1.5	22.7±1.5	22.5±1.2	20.1±1.6	21.8±1.4	22.6±1.2	22.7±1.4	23.1±1.4
	P25	20.0	21.0	21.5	21.5	21.6	18.6	21.0	21.6	21.7	22.1
	P50	20.9	22.0	22.6	22.6	22.6	20.3	22.0	22.6	22.8	23.2
	P75	22.9	23.1	23.3	24.0	23.5	21.4	22.5	23.5	23.5	24.0
BMI (kg/m²)	M±SD	17.6±2.1	20.0±2.0	20.0±2.3	21.2±2.4	20.8±2.0	18.1±2.3	19.3±1.7	20.5±2.3	20.9±1.8	22.0±2.6
	P25	15.6	18.8	18.6	20.0	19.6	16.9	18.2	19.1	20.0	20.2
	P50	17.8	19.8	20.1	20.8	20.8	17.7	19.3	20.3	20.7	21.9
	P75	19.4	20.9	21.8	22.5	22.7	19.4	20.3	21.8	22.0	23.2
%FM	M±SD	13.2±3.0	16.7±5.4	16.1±5.3	14.1±5.2	13.2±3.5	15.8±7.8	15.3±4.4	17.0±5.7	14.4±4.6	14.7±5.6
	P25	10.7	13.4	12.4	9.7	10.1	10.2	12.6	13.3	11.4	10.2
	P50	12.4	15.3	14.8	13.2	12.5	10.5	14.2	16.2	13.2	14.0
	P75	15.8	18.9	20.0	16.9	15.8	10.8	18.2	20.1	17.1	17.3
Lean mass (kg)	M±SD	42.0±7.9	49.3±6.2	51.7±6.9	59.8±7.2	57.7±6.7	38.5±2.8	46.9±4.2	52.9±4.6	58.4±4.6	65.8±5.1
	P25	35.3	46.2	47.2	55.1	53.4	36.2	44.3	49.5	55.6	62.6
	P50	41.7	49.8	51.7	59.6	58.1	38.3	47.3	52.3	58.7	66.0
	P75	48.0	53.7	56.6	64.2	63.2	41.1	49.5	55.4	60.9	70.1

Legend: BMI, body mass index; YAPHV, years from age at peak height velocity; %FM, Fat mass percentage;

Table 7.3. Descriptive statistics (mean $\pm$ SD) and reference values (25th, 50th and 75th percentiles) for fitness of young Portuguese male basketball players, according to their age and maturity status.

		Age (years)					YPHV				
		12	13	14	15	16	-1	0	1	2	3
N		12	97	75	70	27	18	62	102	71	28
Speed 20-m (s)	M $\pm$ SD	3.42 $\pm$ 0.19	3.35 $\pm$ 0.22	3.30 $\pm$ 0.23	3.13 $\pm$ 0.12	3.09 $\pm$ 0.11	3.42 $\pm$ 0.21	3.34 $\pm$ 0.25	3.26 $\pm$ 0.19	3.14 $\pm$ 0.17	3.15 $\pm$ 0.13
	P25	3.55	3.48	3.47	3.19	3.14	3.64	3.50	3.38	3.24	3.26
	P50	3.46	3.34	3.27	3.12	3.09	3.47	3.30	3.23	3.12	3.14
	P75	3.27	3.20	3.13	3.04	3.00	3.30	3.15	3.09	3.03	3.04
Agility T-Test (s)	M $\pm$ SD	10.25 $\pm$ 0.47	10.35 $\pm$ 0.57	10.28 $\pm$ 0.68	9.56 $\pm$ 0.49	9.50 $\pm$ 0.53	10.54 $\pm$ 0.79	10.31 $\pm$ 0.63	10.21 $\pm$ 0.61	9.67 $\pm$ 0.66	9.61 $\pm$ 0.53
	P25	10.69	10.68	10.76	9.90	9.82	10.76	10.72	10.64	10.04	9.91
	P50	10.32	10.33	10.16	9.50	9.44	10.47	10.31	10.15	9.57	9.54
	P75	9.77	9.93	9.76	9.10	9.09	10.02	9.83	9.73	9.15	9.21
Sum HG (kg)	M $\pm$ SD	56.4 $\pm$ 18.1	69.1 $\pm$ 15.9	71.9 $\pm$ 14.0	87.7 $\pm$ 13.2	86.2 $\pm$ 13.1	52.5 $\pm$ 10.3	66.9 $\pm$ 12.2	78.1 $\pm$ 12.3	83.7 $\pm$ 16.3	93.4 $\pm$ 12.4
	P25	44.0	58.9	63.9	78.0	73.7	44.4	59.3	69.5	75.9	83.4
	P50	54.1	69.2	71.0	86.7	84.2	50.1	65.6	77.8	84.0	92.6
	P75	63.9	78.4	81.3	97.7	96.7	58.1	73.8	84.9	93.0	105.2
MBT (m)	M $\pm$ SD	4.25 $\pm$ 0.92	4.84 $\pm$ 0.72	5.19 $\pm$ 0.84	6.13 $\pm$ 0.62	6.13 $\pm$ 0.72	3.97 $\pm$ 0.55	4.75 $\pm$ 0.60	5.39 $\pm$ 0.55	6.05 $\pm$ 0.64	6.49 $\pm$ 0.70
	P25	3.49	4.36	4.66	5.55	5.55	3.58	4.23	5.09	5.49	6.06
	P50	4.24	4.83	5.23	6.11	6.02	3.81	4.79	5.37	6.06	6.66
	P75	4.66	5.40	5.69	6.61	6.83	4.18	5.11	5.69	6.57	7.03
CMJ height (cm)	M $\pm$ SD	30.2 $\pm$ 3.1	29.8 $\pm$ 5.1	31.7 $\pm$ 4.7	33.9 $\pm$ 4.4	35.9 $\pm$ 4.7	27.8 $\pm$ 5.6	30.1 $\pm$ 5.0	31.7 $\pm$ 4.9	38.8 $\pm$ 4.8	33.6 $\pm$ 4.7
	P25	27.9	26.5	28.1	31.4	31.3	23.6	26.8	28.3	30.8	31.1
	P50	29.8	29.5	31.6	33.9	35.8	28.1	29.9	31.6	33.7	34.2
	P75	32.1	32.7	34.7	37.2	39.4	29.9	32.8	35.0	36.9	37.5
CMJ Power (w)	M $\pm$ SD	572 $\pm$ 141	709 $\pm$ 136	761 $\pm$ 136	903 $\pm$ 133	883 $\pm$ 113	545 $\pm$ 89	672 $\pm$ 87	793 $\pm$ 112	883 $\pm$ 91	989 $\pm$ 128
	P25	463.6	626.6	664.6	809.8	788.6	474.4	610.4	728.7	811.5	882.5
	P50	591.9	722.8	766.2	894.8	892.2	538.6	668.0	776.1	888.5	986.8
	P75	660.4	792.7	855.8	984.0	981.4	609.2	733.9	853.6	954.5	1060.0
CMJ-S Height (cm)	M $\pm$ SD	35.3 $\pm$ 3.7	35.4 $\pm$ 5.8	37.4 $\pm$ 5.2	41.3 $\pm$ 5.3	43.6 $\pm$ 5.5	32.3 $\pm$ 5.6	35.9 $\pm$ 5.9	37.9 $\pm$ 5.4	41.1 $\pm$ 6.0	40.4 $\pm$ 5.0
	P25	31.9	31.2	34.4	38.2	39.3	27.4	31.3	34.7	37.4	37.5
	P50	34.1	34.9	37.2	41.9	42.9	31.9	35.6	37.2	40.3	41.1
	P75	38.6	38.8	40.8	44.9	46.5	36.9	40.0	41.7	43.4	45.3
CMJ-S Power (w)	M $\pm$ SD	619 $\pm$ 151	771 $\pm$ 148	827 $\pm$ 145	997 $\pm$ 146	975 $\pm$ 129	585 $\pm$ 81	734 $\pm$ 95	866 $\pm$ 118	973 $\pm$ 101	1085 $\pm$ 142
	P25	504.9	677.1	731.2	895.5	871.9	515.6	670.2	793.3	894.5	962.6
	P50	620.0	786.3	832.6	1002.8	969.2	575.7	724.8	855.3	980.3	1089.3
	P75	717.7	858.1	938.9	1085.8	1099.3	628.3	794.4	937.7	1050.8	1180.1
Sit and Reach (cm)	M $\pm$ SD	-2.5 $\pm$ 8.1	-1.2 $\pm$ 7.5	-0.9 $\pm$ 8.1	3.6 $\pm$ 9.7	6.0 $\pm$ 10.0	-3.0 $\pm$ 5.8	-2.0 $\pm$ 7.6	0.6 $\pm$ 7.7	2.1 $\pm$ 10.2	5.9 $\pm$ 11.5
	P25	-10.3	-7.8	-7.2	-4.0	-2.1	-7.4	-8.5	-5.0	-5.3	-3.4
	P50	-2.8	-1.0	-2.0	3.0	5.0	-2.1	-2.4	0.8	2.0	6.8
	P75	3.5	3.9	5.0	11.6	14.0	1.1	4.6	5.3	10.0	15.3

Legend: CMJ, countermovement jump; CMJ-S, countermovement jump with arm swing; MBT, medicine ball throw; SUM HG, sum of right and left handgrip; TT, T-test; V20-m, 20 meters speed test; YAPHV, years from age at peak height velocity.

Figure 7.1. References values (25th, 50th and 75th percentiles) for body mass, stature and arm span of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.

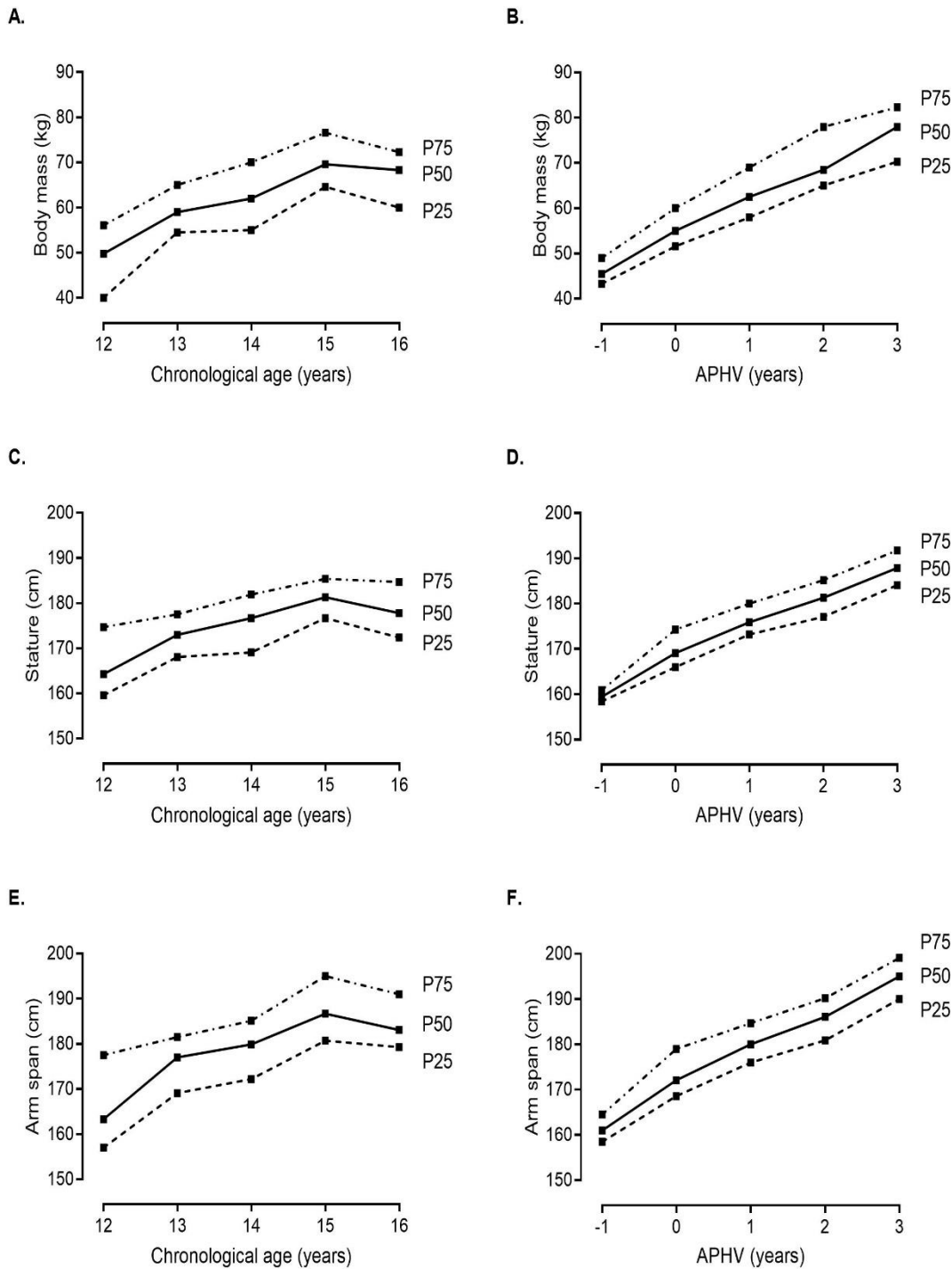


Figure 7.2. References values (25th, 50th and 75th percentiles) for speed and agility of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.

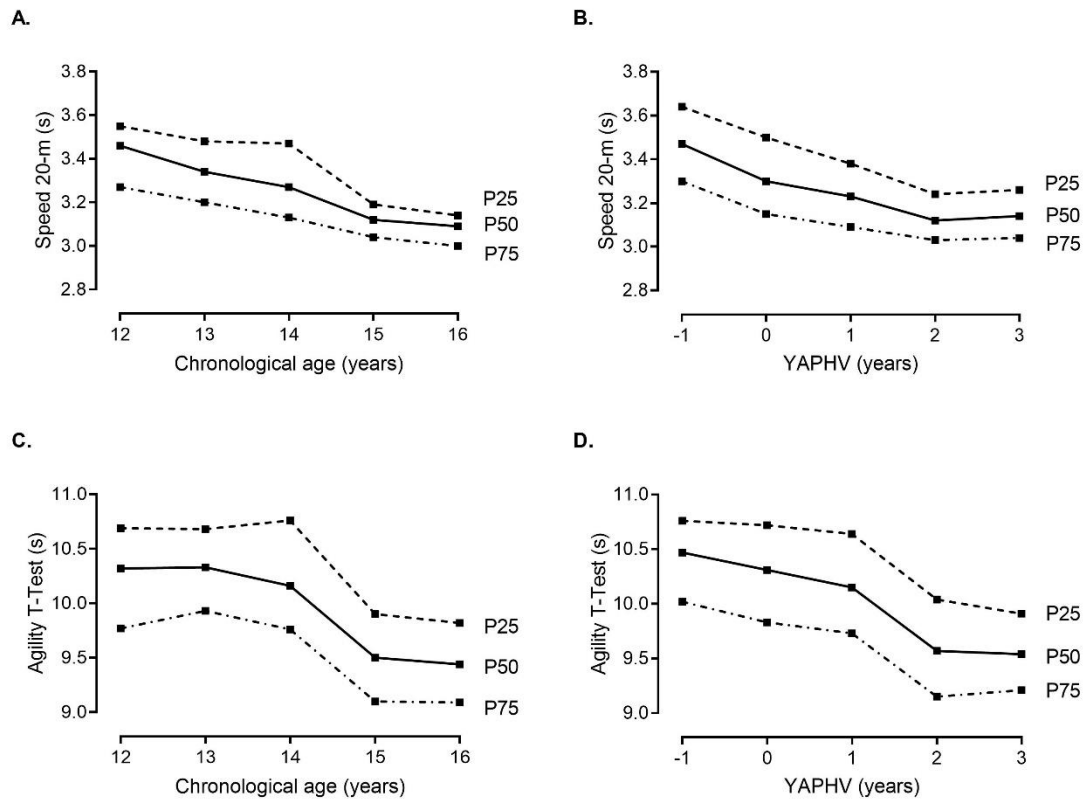


Figure 7.3. References values (25th, 50th and 75th percentiles) for CMJ and CMJ-S height of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.

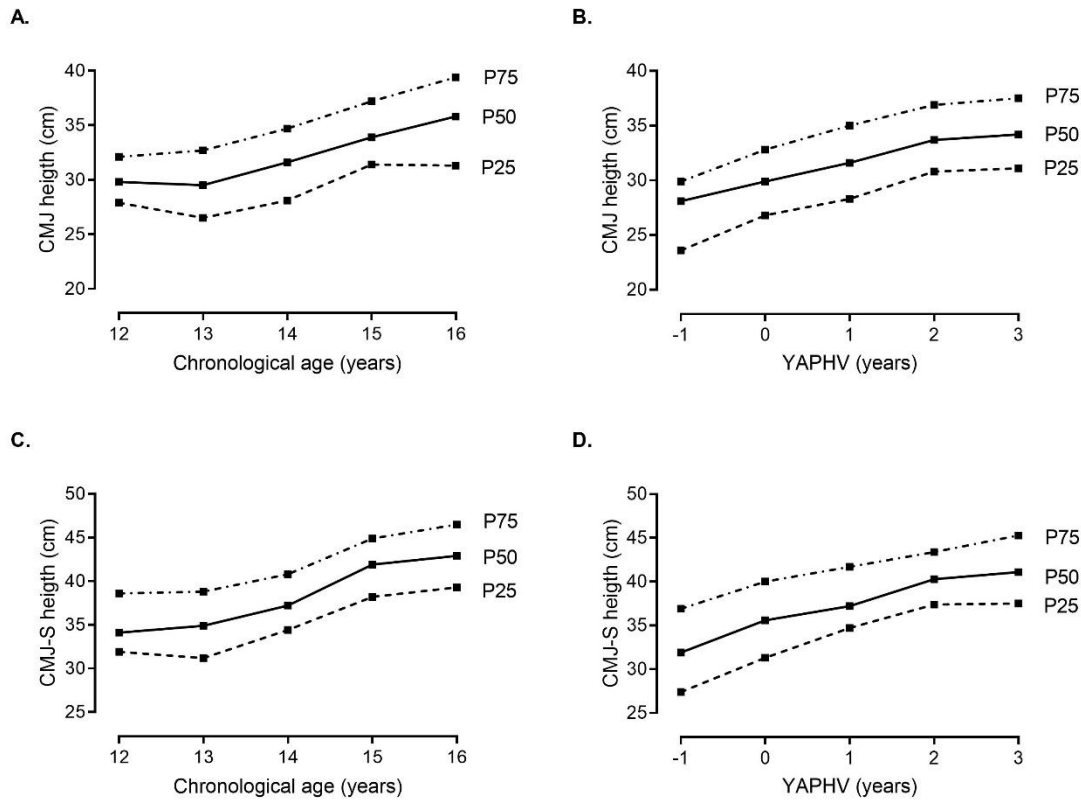
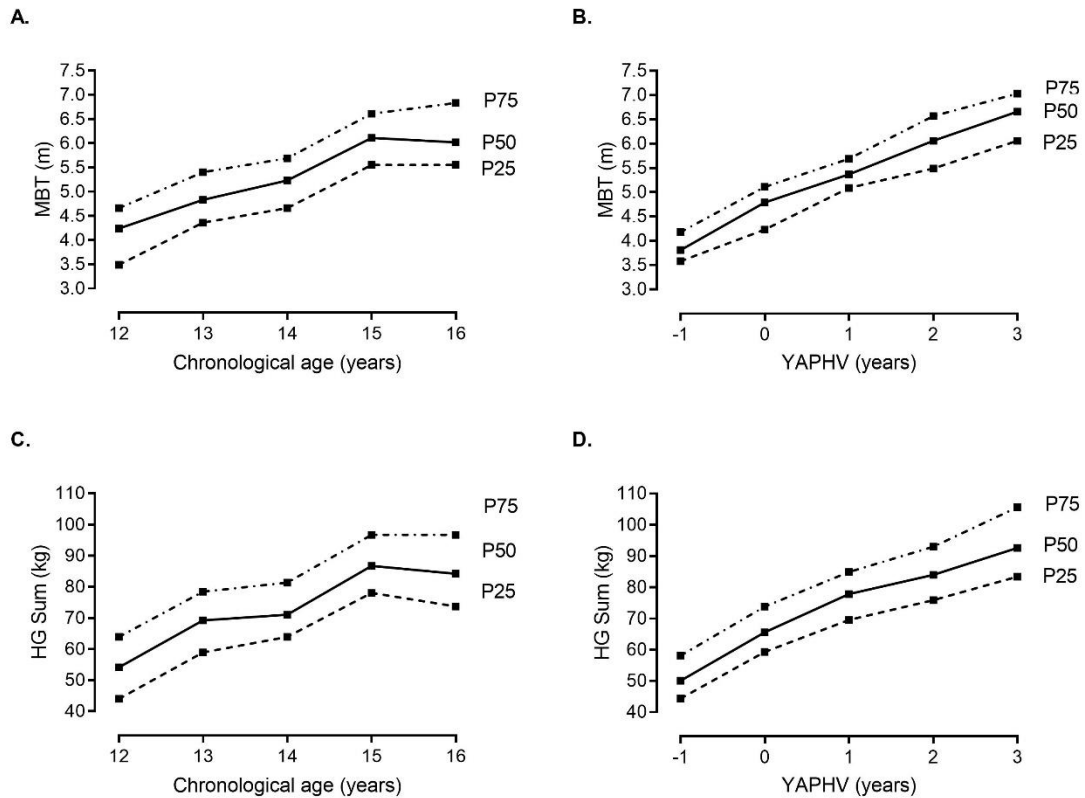


Figure 7.4. References values (25th, 50th and 75th percentiles) for MBT and HG strength of young Portuguese male basketball players, according to their chronological age and maturity status.



7.5. DISCUSSION

To the best of our knowledge, this is the first study to report normative values for morphological and fitness attributes according to the age and biological maturation of Portuguese elite youth basketball players.

Regarding the descriptive comparisons, the results of the present study demonstrated that Portuguese elite youth basketball players had bigger body sizes than national schoolchildren (Santos et al., 2014). In fact, elite youth basketball players are on average taller (12 years, +15.9 cm; 13 years, +15.6 cm; 14 years, +13.6 cm; 15 years, +13.4 cm; 16 years, +7.1 cm) and heavier (12 years, +3.4 kg; 13 years, +8.9 kg; 14 years, +6.4 kg; 15 years, +8.6 kg; 16 years, +2.1 kg) than Portuguese schoolchildren of the same chronological

age (Santos et al., 2014). These findings are in line with previous research, which has shown that body size (i) is an important attribute for performance in youth basketball (Ramos et al., 2018; Torres-Unda et al., 2016), and (ii) represents the key variable for talent identification and selection process for elite club teams (Ramos et al., 2018; Torres-Unda et al., 2013). These results offer a preliminary support and show the need to create specific norms for young basketball players. The normal population established values of the same age groups, seems to be inadequate to grade these trained athletes.

On the contrary, when comparing the norms obtained from the young Portuguese elite basketball players to those of international elite basketball players, of the same chronological age, the results reported were considerably different from those obtained for the national schoolchildren. For instance, Portuguese players showed mean stature values higher at the age of 13 years (+5.6 cm), quite similar at 14 years (-0.8 cm) and 15 years (+0.4 cm), and lower at 16 years (-7.9 cm) comparing to those of Dutch basketball players (Te wierike et al., 2014).

However, Portuguese players when compared to elite Spanish basketball players at age 13 showed lower mean values both, for stature (-7.9 cm) and body mass (-10.6 kg) (Torres-Unda et al., 2013). It is worth mentioning that, in this study, Spanish players were 2.3 years from peak height velocity (PHV) (Torres-Unda et al., 2013), while Portuguese players were 0.4 years from PHV.

When maturity offset of the two samples (Portuguese and Spanish) was considered, the results of comparison became very similar. The Portuguese players were much alike to their Spanish counterparts (Torres-Unda et al., 2013) showing the same mean values of stature (+0.9 cm) and of body mass (-1.9 kg). Taken together, these results reinforce the importance of establishing normative values for the young basketball players according to their biological maturation. The use of typical chronological age norms may not provide the accurate assessment of athletes with different maturity status.

Regarding the fitness attributes, our results showed that mean values increased with age in speed, agility (except from age 12 to 13 years), MBT distance (except from age 15 to 16 years), HG strength (except from age 15 to 16 years), CMJ and CMJ-S height, CMJ and CMJ power (except from age 15 to 16 years), and in the sit and reach test. Similar results were observed when players were divided according to their maturity status. In fact, the increase of test values was observed in all fitness tests.

Recent research highlighted speed and agility as important attributes for basketball youth at individual and team performances (Jakovljevic et al., 2012; Ramos et al., 2018,

2019). The descriptive comparison demonstrated that elite Portuguese basketball players were faster in the 20-m sprint test (12 years, -0.35 seconds; 14 years -0.54 seconds) and more agile performing better in the T-test (12 years, -1.74 seconds; 14 years, -0.62 seconds) than elite Serbian basketball players of 12 and 14 years (Jakovljevic et al., 2012). However, when compared to Spanish elite basketball players at age 13, Portuguese players showed worst performances in the 20-m sprint test than their Spanish counterparts (Torres-Unda et al., 2013, 2016). The observed differences between Portuguese and Spanish 13 years old basketball players may be explained by the more advanced maturity status of the Spanish players.

Surprisingly, Portuguese basketball players of 15 and 16 years were more agile (-0.14 and -0.20 seconds, respectively) than adult professional Tunisian basketball players (Chaouachi et al., 2009).

Upper body strength, evaluated by MBT and HG strength test, was a confirmed factor influencing the youth basketball performance (Chaouachi et al., 2009; Ramos et al., 2018, 2019). Recent studies reported that U-14 elite basketball players, from higher-ranked teams, demonstrated better results in the 2-kg MBT than players from lower-ranked teams (ramos et al., 2018) and the HG strength was identified as one of the predictors of youth basketball players individual performance (Ramos et al., 2019). When compared to other elite Portuguese players of 12-13.99 years (Coelho-e-Silva et al., 2010) and 14-15.99 years (Coelho-e-Silva et al., 2008), sport practitioners from our sample demonstrated similar results in HG strength test. In addition, our results also showed that HG strength of youth Portuguese elite basketball players was much higher than those of Canadian ice-hockey players of the same chronological age (12 years, +7 kg; 13 years, +13.9 kg; 14 years, +4 kg; 15 years, +15.8 kg; 16 years, +3.8 kg) (Toong et al., 2018).

Jumping ability was singled out as a relevant attribute for basketball performance since vertical jumps are among the most prevalent actions performed by basketball players in both defense (e.g., rebounding and blocking) and offense (e.g., shooting and rebounding). A previous study of 125 young Australian basketball players revealed significant differences in the vertical jump, among players of different skill levels. The best players tended to jump higher when compared to other players (Hoare, 2000). Our results for the CMJ tested on 12 and 13 years old Portuguese basketball players were similar to those presented by Coelho-e-Silva and colleagues (Coelho-e-Silva et al., 2010), while the 14 and 15 years sports practitioners, tested earlier, jumped less 1.8 cm and 4 cm, respectively, than Portuguese players of the same chronological age (Coelho-e-Silva et al., 2008).

Regarding the comparison with international basketball players, our results demonstrated that elite Portuguese basketball players had similar jumping ability as Greek basketball players of the same chronological age (13 years, -0.1 cm; 14 years, -1.2 cm; 15 years, +0.3 cm; 16 years, +0.5 cm) (Kellis, Tsitskaris, Nikopoulou, & Mousikou, 1999). However, when compared to Spanish basketball players the differences in jumping height between the two samples increased considerably. On average 13 years old elite Portuguese basketball players jumped less 11.3 cm (Torres-Unda et al., 2013) and 7.6 cm (Torres-Unda et al., 2013) in the CMJ-S test than elite Spanish players of the same chronological age.

In summary, this study presents specific normative values of Portuguese youth basketball players according to age and maturity offset. Our findings showed that basketball players had bigger body size than normal adolescent Portuguese population, highlighting the importance of using athlete-specific norms. Furthermore, confirming previous research, the results of the present study suggests that maturity status determine players body size and physical performance, supporting the need of establishing normative data according to biological maturation.

7.6. PRACTICAL APPLICATIONS

Morphological and fitness attributes are determinant factors for success in youth basketball (Ramos et al., 2018, 2019; Torres-Unda et al., 2016). The present study provides, for the first time, age- and maturity-specific morphological and fitness reference standards for young Portuguese basketball players aged 12–16.9 years. The normative data presented in this study may be useful for coaches, fitness trainers, and researchers, working with young basketball players, when comparing players performance results with population-specific reference standards. Such comparisons help to evaluate and monitor changes in morphological and fitness attributes of young male Portuguese basketball players, boost development and assist in the demanding talent identification process.

In addition, age and maturity should be considered when interpreting body size values and fitness test scores to allow for better contextualization of performance and to help in the development of individualized strength and conditioning programs for young basketball players.

7.7. REFERENCES

- Baker, J., & Wattie, N. (2018). Innate talent in sport: Separating myth from reality. *Current Issues in Sport Science*, 3.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50, 273-282.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G., Ben Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho, H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport – specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277-285.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Drinkwater, E., Pyne, D., & Mckenna, M. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Journal of Sports Medicine* 38(7), 565-578.
- Hoare D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3, 391-405.
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.

- Kellis, G., Tsitskaris, G., Nikopoulou, M., & Mousikou, K. (1999). The evaluation of jumping ability of male and female basketball players according to their chronological age and major leagues. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 40-46.
- Lohman T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise Sports Sciences Reviews*, 14, 325-357.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). *International standards for anthropometric assessment* (revised 2006). Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2013). A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunts Medicina de l'Esport*, 48, 143-151.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 689-694.
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 640-744.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00, 1-10.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A.P., Fragoso, I., & Massuça, L. (2019). Training experience, maturational, morphological and fitness attributes as individual performance predictors in male and female Under-14 Portuguese elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00, 1-10.
- Santos, R., Mota, J., Santos, D., Silva, A., Baptista, F., & Sardinha, L. (2014). Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10–18 years. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1510-1518.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.
- Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialisation of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345.

- Toong, T., Wilson, K., Urban, K., Paniccia, M., Hunt, A., Keightley, M., & Reed, N. (2018). Grip strength in youth ice hockey players: Normative values and predictors of performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3503-3511.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences* 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Trninić, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Coll Antropol* 24(1), 217-234.

CAPÍTULO VIII

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último Capítulo contempla (i) a reflexão global da contribuição dos cinco estudos apresentados anteriormente (Capítulo III a VII); (ii) as principais conclusões; (iii) as limitações e recomendações para futuras pesquisas e aplicações práticas; e (vi) recomendações e sugestões para os treinadores.

8.1. Discussão geral

A investigação científica no âmbito do talento desportivo procura dar contributos válidos para que possamos identificar, o mais cedo possível, os atletas com maior potencial para atingir níveis de excelência na idade adulta, asseverando que estes recebam o necessário treino especializado que permita otimizar o seu desenvolvimento desportivo.

De facto, a literatura sugere que no basquetebol as dimensões corporais e os atributos físicos assumem uma preponderância decisiva no processo de seleção e no rendimento de jovens atletas. No entanto, a influência do processo de maturação no desenvolvimento das capacidades motoras dos jovens atletas instiga os investigadores a considerar esta variável como determinante nos programas de identificação e desenvolvimento do talento desportivo.

Assim, a presente tese procurou estudar o processo de seleção desportiva no basquetebol em Portugal, subsidiando: (i) a identificação e compreensão dos atributos morfo-funcionais relevantes para o rendimento desportivo nos escalões de formação; e (ii) a influência da maturação no desempenho motor e na performance desportiva em ambos os sexos.

Tendo em consideração a realidade enunciada, a presente tese procurou dar contributos, através dos diversos estudos realizados, para uma melhor compreensão do processo de seleção e rendimento no basquetebol juvenil, i.e.: (i) perceber quais os atributos morfo-funcionais relevantes no processo de seleção desportiva de jovens atletas masculinos num clube de elite (**Capítulo III**); (ii) perceber quais os atributos morfo-funcionais relevantes para o rendimento coletivo (i.e., classificação das equipas) e para o rendimento individual (i.e., PIR/min) dos atletas das seleções regionais na categoria de sub-14 em ambos os sexos (**Capítulo IV e V**); (iii) Estudar o efeito da maturação nas variáveis morfo-funcionais e de rendimento de jovens basquetebolistas de elite masculinos (a partir dos resultados obtidos, e conhecendo a influência da maturação na seleção dos atletas para as equipas de elite e no rendimento) dando ênfase a algumas questões metodológicas relativas ao valor de corte a utilizar na constituição de grupos maturacionais (**Capítulo VI**); e (iv) Construir um instrumento prático que auxilie e permitisse aos treinadores incluir a maturação no controlo

e avaliação dos atributos morfo-funcionais ao longo do processo de formação dos jovens basquetebolistas masculinos (**Capítulo VII**).

Contudo, embora cada um dos estudos apresentados na parte II (Capítulo III a VII) contemple uma ampla discussão e conclusões, este último capítulo procura reunir e integrar as contribuições dos diversos estudos através de uma discussão geral dos resultados.

Neste sentido, o estudo no **Capítulo III** investigou a influencia idade cronológica, da maturação e dos atributos morfo-funcionais dos atletas no processo de seleção para as equipas principais num clube de elite em Portugal. Os resultados da presente tese (**Capítulo III e VI**) e outros estudos (Coelho-e-Silva et al., 2004; Te Wierike et al., 2015; Torres-Unda et al., 2013) sugerem que a maturação influencia o processo de seleção dos atletas para as equipas principais dos clubes e das seleções regionais. De facto, os resultados demonstraram que os atletas das equipas A apresentam um processo de desenvolvimento biológico mais avançado que os atletas da equipa B num clube de elite (**Capítulo III**) e que a maior parte das seleções regionais não apresentaram qualquer jogador de maturação tardia (**Capítulo VI**). Estes resultados sugerem que o processo de desenvolvimento biológico é um fator determinante no processo de seleção desportiva e que os treinadores tendem a selecionar os atletas mais maduros e que apresentam vantagens físicas significativas relativamente aos seus pares, o que supostamente influencia o seu subsequente rendimento desportivo. Esta tendência está em consonância com inúmeros estudos realizados com jovens atletas em diversas modalidades desportivas coletivas, nomeadamente no hóquei em patins (Coelho-e-Silva et al., 2012), no andebol (Matthys et al., 2012), no futebol (Figueiredo, Coelho-e-Silva, Cummings, & Malina, 2010) e no basquetebol (Torres-Unda et al., 2013). Apesar de transversais a muitas modalidades desportivas, estes resultados deveriam originar uma reflexão profunda dos treinadores sobre o motivo destas escolhas, muitas vezes associados à sobrevalorização dos resultados desportivos imediatos em idades jovens em detrimento de um processo de desenvolvimento a longo prazo.

Concomitantemente, a maturação influencia os atributos morfológicos e de aptidão física, particularmente os relacionados com a força (**Capítulo III e VI**). No **Capítulo III** observou-se que a maturação tem um efeito nas variáveis morfológicas e de força, sendo esse efeito mais pronunciado na categoria de sub-14 que na categoria de sub-16. De facto, na categoria de sub-14, as diferenças nas variáveis morfológicas e de força entre os jogadores das equipas A e B desapareceram quando a idade óssea foi estatisticamente controlada, algo que não ocorreu na categoria de sub-16 cujas diferenças se mantiveram (**Capítulo III**). Esta diferença observada entre as duas categorias pode ser explicada pelo facto de na categoria

de sub-14 os atletas estarem em pleno salto pubertário podendo as diferenças maturacionais ser maiores durante esse período. Em consonância com estes resultados, Coelho-e-Silva e coautores (2010) verificaram que o estado maturacional explicava uma variação significativa nas dimensões corporais e tinha um efeito na força dos membros superiores em jovens atletas de basquetebol com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos de idade (Coelho-e-Silva et al., 2010). Adicionalmente, no **Capítulo VI**, observou-se que os jogadores de maturação precoce superavam significativamente os seus pares no tamanho corporal e nos desempenhos nos testes de força. De facto, neste capítulo observou-se que a maturação tinha um efeito forte a moderado nas variáveis antropométricas (i.e.: massa corporal, altura e envergadura) e na força dos membros superiores e inferiores, independentemente do valor de corte utilizado para a constituição dos grupos maturacionais (**Capítulo VI**). Importa salientar que a maturação, apesar de ter impacto nos atributos morfo-funcionais, não teve um efeito significativo nas principais variáveis de rendimento (i.e., pontos e PIR por jogo e minuto), verificando apenas um efeito mínimo nos ressaltos ganhos por jogo (**Capítulo VI**). Na mesma linha de resultados, não se observou diferenças significativas entre atletas pertencentes a seleções regionais com diferente classificação no campeonato, sugerindo que a maturação não teve influência significativa no rendimento coletivo das equipas (**Capítulo IV**). No entanto, os resultados do **Capítulo V** apontam para a influência da maturação no rendimento individual dos jogadores masculinos, verificando-se uma correlação significativa entre o PIR/min e o “maturity offset” nos basquetebolistas sub-14 masculinos (correlação positiva moderada) e femininos (correlação positiva fraca). Em continuação, a maturação surge como um relevante preditor no rendimento individual das jogadoras sub-14 (**Capítulo V**). Em consonância com estes resultados, Torres-Unda e coautores (2016) não observaram diferenças significativas na maturação (avaliada pelo “maturity offset”) entre atletas pertencentes a equipas com classificações distintas no campeonato e identificaram a maturação como o principal preditor do rendimento individual (avaliado pelo PIR/min) em basquetebolistas de elite masculinos na categoria de sub-14.

Do ponto de vista metodológico, o **Capítulo VI** alerta ainda para a necessidade de se considerar um pico de velocidade em altura (PVA, indicador de maturação somática) específico. De facto, diferentes valores do PVA podem originar a constituição de diferentes grupos maturacionais (i.e., diferentes valores de corte na distribuição dos atletas pelos grupos), podendo obviamente influenciar os resultados dos estudos. No **Capítulo VI** a constituição de diferentes grupos maturacionais não influenciou os resultados obtidos nas variáveis morfo-funcionais, mas alterou aqueles associados às variáveis de rendimento. De

facto, a utilização de diferentes valores de corte na constituição dos grupos, relacionados com diferentes valores do PVA, originou mesmo a supressão de alguns grupos maturacionais (e.g., no PVA = 13.81 anos o grupo de maturação tardia desapareceu) (**Capítulo VI**).

Por outro lado, os resultados sugerem que as dimensões corporais também desempenham um papel relevante no processo de seleção dos atletas masculinos (**Capítulo III**), com a altura a ser um dos atributos discriminantes na seleção dos atletas para as equipas A e B nos escalões de sub-14 e sub-16 num clube de elite. No **Capítulo IV**, observa-se que os atletas selecionados para as seleções regionais são mais altos (masculinos, + 10-cm; femininos, + 8-cm) que os adolescentes na mesma idade cronológica, sugerindo que a altura é um fator relevante para os treinadores no processo de seleção dos atletas para as seleções regionais. Destaca-se ainda que a altura se apresenta como um atributo fundamental, não só no processo de seleção, mas também no rendimento individual de jovens jogadores (**Capítulo V**). Os resultados do **Capítulo V** sugerem que a altura (i) está positivamente correlacionada com o rendimento dos basquetebolistas das seleções regionais de ambos os sexos, e (ii) é um dos preditores do rendimento individual dos jogadores sub-14 masculinos. Na mesma linha de raciocínio, estudos prévios com jovens basquetebolistas referem a relevância da altura no processo de seleção (Torres-Unda et al., 2013), no rendimento das equipas (Erčulj, Blas, & Bračič, 2010) e no rendimento individual dos jogadores (Torres-Unda et al., 2016), observando-se ainda uma tendência para o aumento da altura nos basquetebolistas profissionais europeus (Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006) e norte-americanos (Sedeaud et al., 2014) ao longo do tempo. Erčulj e coautores (2010) observaram diferenças na altura entre atletas femininas internacionais (13-15 anos de idade) de acordo com o nível competitivo das respetivas seleções nacionais (divisão A, B e C) enquanto Torres-Unda e coautores verificaram que a altura era o preditor mais relevante para o rendimento individual dos jogadores. No entanto, importa referir que, no **Capítulo IV**, a altura não foi um fator determinante para a classificação das equipas no campeonato nacional para seleções regionais, na medida que não foram observadas diferenças significativas na altura entre os jogadores das melhores e piores equipas do campeonato em ambos os sexos. Estes resultados são similares aos observados noutro estudo com atletas sub-14 do sexo masculino (Torres-Unda et al., 2016), sugerindo que outros atributos, nomeadamente os de aptidão física, possam desempenhar um papel importante no rendimento coletivo das equipas.

Os resultados da presente tese (**Capítulo III, IV e V**) apontam para a influência decisiva da aptidão física dos jogadores no processo de seleção dos atletas para as melhores equipas (**Capítulo III**) no rendimento coletivo das equipas (**Capítulo IV**) e no rendimento individual

dos jogadores (**Capítulo V**). De todas as capacidades motoras abordadas nos diversos estudos, a velocidade e agilidade foram os atributos físicos mais mencionados. No **Capítulo III** observaram-se diferenças significativas na agilidade entre os atletas das equipas A e B nos escalões de sub-14 e sub-16 num clube de elite, sendo que a agilidade foi um dos atributos discriminantes dos atletas de níveis competitivos diferenciados (equipa A vs. equipa B). Os resultados do **Capítulo IV** sugerem que a velocidade, a agilidade são importantes atributos no rendimento coletivo das equipas, observando-se que, em ambos os géneros, os atletas das seleções finalistas eram mais rápidos e ágeis que os atletas das seleções pior classificadas. Acrescenta-se ainda que, a velocidade, em ambos os géneros, foi um dos atributos discriminantes para a classificação das equipas (seleções regionais) no torneio de Albufeira (**Capítulo IV**). No **Capítulo V** observa-se que a velocidade e a agilidade estão correlacionadas com o rendimento dos jogadores sub-14 masculinos, sendo a agilidade um dos preditores do rendimento dos jogadores em ambos os géneros. Estes resultados estão em consonância com outros estudos que consideram a velocidade e agilidade como importantes atributos no rendimento de adultos (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kreamer, 1996) e jovens (Hoare, 2000; Jakovljevic et al., 2012) basquetebolistas. Tendo em consideração as características atuais do jogo de basquetebol, com rápidas transições ofensivas e defensivas e que requerem dos jogadores rápidas mudanças de velocidade e direção em espaços relativamente reduzidos e de grande variabilidade contextual, parece ser consensual a relevância da agilidade e da velocidade para o rendimento desportivo dos basquetebolistas (Stojanovic et al. 2018). Esta realidade enfatiza para a necessidade dos treinadores, desde idades jovens, incluírem no seu programa de treino tarefas específicas que permitam desenvolver a velocidade e agilidade associadas ao desenvolvimento da componente técnica da modalidade. Destaca-se assim que, o desenvolvimento da velocidade e agilidade nas idades jovens deverá estar associada ao desenvolvimento dos fundamentos técnicos ofensivos (i.e., drible e passe) e defensivos (i.e., deslização defensivo), criando os alicerces para futuros desempenhos no alto rendimento. Esta preocupação com o desenvolvimento destes atributos físicos específicos deverá manifestar-se não só na metodologia de treino dos mesmos, mas também nas escolhas relativas aos modelos de jogo a adotar, i.e., é aconselhável que os treinadores de equipas sub-14 adotem um modelo de jogo assente em rápidas transições ofensivas e em defesas individuais extensíveis a todo o campo de modo a estimular o repertório motor dos praticantes juntamente com a técnica e tática individual ofensiva e defensiva.

Em continuação, a força explosiva dos membros superiores surge também como um atributo relevante na seleção dos atletas (**Capítulo III**) no rendimento coletivo das equipas (**Capítulo IV**) e no rendimento individual dos jogadores (**Capítulo V**). De facto, no **Capítulo III**, observaram-se diferenças significativas entre os atletas das equipas A e B nos escalões sub-14 e sub-16, na distância alcançada no lançamento da bola medicinal. No **Capítulo IV**, os resultados sugerem que a força explosiva dos membros superiores é um importante atributo no rendimento coletivo das equipas (i.e., jogadores das equipas melhores classificadas lançam a bola medicinal significativamente mais longe que os jogadores das equipas pior classificadas), e um atributo discriminante para a classificação das equipas masculinas (seleções regionais) no torneio de Albufeira. Estes resultados estão em consonância com a literatura, uma vez que sugerem que os basquetebolistas com maior força dos membros superiores possuem vantagens no ato de lançar ao cesto (principalmente de distâncias longas), de passar a bola (principalmente nos passes longos), ou nos contactos físicos dentro da área restritiva no ganho de posições interiores e na luta do ressalto (Erčulj et al., 2010).

Os resultados da presente tese destacam assim a relevância dos atributos morfo-funcionais no rendimento desportivo (**Capítulo IV, V e VI**) e subsequente processo de seleção (**Capítulo III**) em jovens basquetebolistas do sexo masculino (**Capítulo III, IV e V, e VI**) e feminino (**Capítulo IV e V**). Os resultados do **Capítulo IV** sugerem que, na categoria de sub-14, o rendimento coletivo das seleções regionais (i.e., a classificação final no campeonato) é influenciado pela velocidade, agilidade e força explosiva dos membros superiores dos atletas em ambos os sexos. De facto, no sexo masculino observou-se que os atletas das equipas finalistas eram mais rápidos, ágeis e possuíam maior força explosiva nos membros superiores que os atletas das equipas classificadas entre o quinto e o oitavo lugar. Por outro lado, no sexo feminino observou-se que as atletas das equipas semifinalistas eram mais rápidas, ágeis e possuíam maior força explosiva nos membros superiores que as atletas das equipas classificadas entre o quinto e o nono lugar, não se observado diferenças significativas entre as jogadoras das equipas finalistas e as outras. Este resultado sugere que, apesar da relevância dos atributos físicos (nomeadamente da velocidade, agilidade e força explosiva dos membros superiores), a classificação final das seleções distritais femininas no campeonato de Albufeira poderia, hipoteticamente, ser explicada por uma qualidade superior nos aspetos técnico-táticos do jogo das equipas finalistas.

No que diz respeito ao rendimento individual, o **Capítulo V** sugere existir uma correlação entre o PIR (i.e., performance index rating) por minuto com a maturação e os

atributos antropométricos em ambos os sexos, e com os atributos físicos no sexo masculino em basquetebolistas sub-14. No sexo masculino observou-se correlações moderadas entre o PIR/min e a altura, envergadura, a velocidade, a potência de salto no CMJ-S e na força dos membros superiores (i.e., lançamento da bola medicinal e força de preensão manual), enquanto no sexo feminino observou-se apenas correlações moderadas entre o PIR/min e a altura e a envergadura.

No que diz respeito a outras variáveis de rendimento (i.e., pontos marcados por minuto e ressaltos por jogo), a velocidade e agilidade foram as únicas variáveis com correlações moderadas para os pontos marcados por jogo nos atletas masculinos, e as únicas com correlações significativas (apesar de fracas) nas atletas femininas. Estes resultados podem ser explicados pelo estilo de jogo nesta categoria, caracterizado por rápidas transições ofensivas, muitos contra-ataques, com um sistema de jogo sem jogadores interiores, onde hipoteticamente os jogadores mais ágeis e rápidos tenham mais facilidade de criar situações de finalizações perto do cesto. Por outro lado, os ressaltos por jogo correlacionaram-se moderadamente, (i) com a maturação, as variáveis antropométricas e as de força nos atletas masculinos, e (ii) com a maturação, altura e envergadura nas atletas femininas. Tendo em consideração que o contacto físico e luta por posições interiores é fundamental no ganho dos ressaltos, é expectável que atletas mais maduros, com maiores dimensões corporais (i.e., massa corporal, altura e envergadura) e com maior força nos membros superiores e inferiores consigam ganhar mais ressaltos por jogo.

Relativamente rendimento individual dos atletas sub-14 presentes no campeonato de seleções regionais (**Capítulo V**) importa destacar que altura, a força de preensão manual, a agilidade e a potência do salto (com contramovimento com balanço de braços) foram identificados como preditores do rendimento dos jogadores masculinos, enquanto que a maturação, os anos de prática e a agilidade parecem ser os preditores do rendimento das jogadoras. No entanto, estes resultados devem ser analisados com cuidado na medida que os parâmetros introduzidos na equação do modelo de regressão múltipla apenas explicavam menos de 30% do rendimento individual (PIR/min) dos jogadores masculinos (26%) e femininos (24%).

No entanto, apesar da evidente relevância dos atributos morfo-funcionais, os diversos estudos que compõe esta tese sugerem também que outros fatores, ou combinação de fatores, podem ter uma influência no rendimento desportivo de jovens basquetebolistas do sexo masculino e feminino de elite. A dimensão técnica e o conhecimento tático são apontados como possíveis fatores determinantes no rendimento no basquetebol e que necessitam ser

investigados no futuro. Apesar dos estudos não contemplarem avaliações técnicas e/ou táticas (apesar do PIR poder ser considerado uma consequência do domínio conjunto destes dois fatores), é possível que a experiência prática dos jogadores possa estar hipoteticamente associada a um maior domínio técnico-tático, na medida que é expectável que atletas com mais anos de prática de uma modalidade apresentem uma maior competência técnico-tática que aqueles que praticam à menos tempo. Neste sentido, (i) no **Capítulo IV**, observaram-se diferenças significativas na experiência prática (i.e., anos de prática de basquetebol) entre os atletas masculinos das seleções finalistas e as seleções pior classificadas no campeonato de Albufeira, enquanto (ii) no **Capítulo V**, os anos de prática foi um dos preditores do rendimento individual das jogadoras sub-14. Estes resultados evidenciam que a dimensão técnico-tática poderá ter efeito no rendimento coletivo e individual no basquetebol. A evolução das regras ao longo do tempo transformou o basquetebol num jogo extremamente veloz, com transições entre o ataque e a defesa cada vez mais curtas e rápidas, onde a velocidade, agilidade e a força explosiva são fatores determinantes no rendimento desportivo dos atletas. No entanto, tal como almejado pelo seu inventor, o professor James Naismith, a técnica, a precisão, o superior conhecimento tático, as capacidades de cooperação com os companheiros continuam a ter um papel decisivo no rendimento das equipas e na diferenciação dos melhores atletas do mundo.

Em síntese, destaca-se que:

- O processo de seleção desportiva é influenciado pela idade cronológica, maturação, e dimensões corporais e aptidão física dos atletas, sendo que a altura, a resistência abdominal e a capacidade aeróbia na categoria de U-14, e a altura, a resistência abdominal e a agilidade na categoria de U-16, são os atributos que distinguem jovens basquetebolistas de acordo com o seu nível competitivo (equipa A vs. equipa B) (**Capítulo III**).
- A velocidade, a agilidade e a força explosiva dos membros superiores são importantes atributos no rendimento coletivo das equipas, sendo que a velocidade, nos rapazes, e a força explosiva dos membros superiores e a velocidade, nas raparigas, são atributos discriminantes para a classificação das equipas (seleções regionais) no campeonato (**Capítulo IV**).
- Na categoria de sub-14 masculino, as dimensões corporais, a força dos membros inferiores e superiores, a velocidade e a agilidade estão correlacionadas com o rendimento individual dos jogadores sendo que altura, a força de preensão manual, a

agilidade e a potência de salto de contramovimento com balance de braços, são os preditores do rendimento dos jogadores (**Capítulo V**).

- Na categoria de sub-14 feminino, os anos de prática, o tempo de prática, a idade cronológica, a maturação, as dimensões corporais, a potência dos membros inferiores e a distância alcançada no lançamento da bola medicinal estão correlacionadas com o rendimento individual das jogadoras sendo que a maturação, os anos de prática e a agilidade são os preditores do rendimento das raparigas (**Capítulo V**).
- O pico de crescimento em altura de jovens portugueses do sexo masculino ocorre por volta dos 13.45 anos e que nos basquetebolistas portugueses de elite do sexo masculino ocorre por volta dos 13.30 anos (**Capítulo VI**).
- A idade cronológica tem um efeito significativo no tamanho corporal, na massa livre de gordura, na potência nos saltos verticais, na força nos membros superiores e no rendimento individual em competição de jovens basquetebolistas (**Capítulo VI**).
- A maturação tem um efeito significativo no tamanho corporal, na massa livre de gordura, na potência nos saltos verticais e na força nos membros superiores em jovens basquetebolistas do sexo masculino (**Capítulo VI**).
- A idade e a maturação biológica devem ser consideradas na interpretação dos resultados das avaliações morfológicas e de aptidão física dos jovens basquetebolistas, de modo a permitir uma melhor contextualização do desempenho e ajudar no desenvolvimento de programas de força e condição física individualizados e adequados a cada atleta (**Capítulo VII**).

8.2. Conclusões finais

Os resultados dos diversos estudos da presente tese evidenciam a preponderância dos atributos antropométricos e de aptidão física no processo de seleção desportiva, no rendimento coletivo e no rendimento individual de jovens basquetebolistas de ambos os sexos. Dos atributos de aptidão física estudados, a agilidade e a velocidade foram as variáveis com maior relevância no rendimento coletivo das seleções distritais e no rendimento individual dos basquetebolistas sub-14 de ambos os sexos. Relativamente aos atributos morfológicos, a altura foi a variável mais citada, com influência no processo de seleção de

atletas de sub-14 e sub-16 masculinos e com associação ao rendimento individual de jovens basquetebolistas sub-14 de ambos os sexos.

Por último, os resultados dos trabalhos apresentados sugerem que a maturação parece influenciar os atributos morfo-funcionais e o processo de seleção de atletas (com os treinadores a selecionar os atletas mais maduros para as equipas de elite). Por outro lado, os resultados relativos à influência da maturação no rendimento desportivo foram algo contraditórios, na medida que não se observou um efeito da maturação nas principais variáveis de rendimento individual (Capítulo VII), embora se tenha observado uma associação moderada entre o “maturity offset” e o PIR/min nos basquetebolistas sub-14 masculinos e o maturity offset foi uma das variáveis preditoras do rendimento das basquetebolistas sub-14.

8.3. Limitações e Recomendações

A presente tese focou-se no estudo do talento desportivo através de uma abordagem bidimensional centrando-se nas variáveis morfológicas, de aptidão física e maturação. Esta abordagem, embora válida, é redutora, pois não reflete a multidimensionalidade do sucesso desportivo e pode ser considerada como a principal limitação deste estudo. Assim, pesquisas futuras devem ponderar o uso de abordagens mais holísticas (Johnston et al., 2018; Vaeyens et al., 2008) que incluam nos programas de identificação e desenvolvimento de talentos a análise de outros fatores relevantes, como psicológico e o técnico-tático.

Os diferentes estudos que compõem a presente tese possuem um desenho transversal (à exceção do estudo preliminar realizado no Capítulo VII para determinar o pico de velocidade em altura em adolescentes portugueses). Esta opção metodológica possibilita observar as diferenças num determinado momento, mas é incapaz de analisar como os diferentes atributos evoluem ao longo do processo de formação desportiva do jovem atleta e como a maturação influencia essas transformações, o rendimento desportivo e o processo de seleção dos atletas. A investigação científica na área do talento desportivo, particularmente no estudo dos atributos morfo-funcionais, sugere a utilização de desenhos longitudinais (Bailey et al., 2010; Johnston et al., 2018) que possibilitem perceber a magnitude das transformações ocorridas nas diferentes etapas e a sua influência na seleção dos atletas para as equipas de elite.

O método de avaliação da maturação somática utilizado na maior parte dos estudos presentes nesta tese foi o maturity offset (i.e., anos para o pico de velocidade em altura). Apesar de validado para algumas populações (Malina & Kozieł, 2014a), este método não invasivo de avaliação do “timing”/estado de maturidade apresenta algumas limitações: variações entre o PVA real e previsto foram observadas dependendo da idade do momento de predição, do “timing” da maturação (maturação precoce ou tardia) e da raça (variações étnica na altura sentada e no comprimento da perna pode ser um fator confundidor nas previsões) dos atletas (Malina & Kozieł, 2014; Malina et al., 2015). Neste sentido, deverão desenvolver-se futuros estudos que procurem a validação e desenvolvimento de métodos não invasivos de avaliação do tempo/estado de maturidade em diferentes populações (Malina & Kozieł, 2014; Malina et al., 2015).

O rendimento individual dos basquetebolistas foi avaliado através de algumas variáveis decorrentes das estatísticas do jogo (i.e., minutos jogados por jogo, pontos marcados por jogo e minuto, ressaltos capturados por jogo) e do “Performance Individual Rating” (PIR/jogo e PIR/minuto) dos jogadores durante a competição. Todos os indicadores de desempenho foram calculados a partir dos dados registados pelos oficiais da Federação Portuguesa de Basquetebol que receberam formação específica para realizar esta tarefa. No entanto, os dados recolhidos durante os jogos não foram comprovados através de uma comparação com os registos de vídeo desses jogos, o que pode ser considerado com uma limitação na fiabilidade dos dados.

8.4. Recomendações e Sugestões para os Treinadores

A grande variabilidade individual dos processos de crescimento e maturação que têm uma influência decisiva no desenvolvimento das capacidades motoras e no rendimento no basquetebol (Coelho-e-Silva et al., 2008, 2010; Torres-Unda et al., 2013, 2016). Nas categorias mais jovens, os atletas mais velhos e de maturação precoce obtêm claras vantagens físicas e de rendimento desportivo relativamente aos mais novos e mais atrasados no processo de desenvolvimento biológico, o que determina muitas vezes a seleção para as melhores equipas (Coelho-e-Silva et al., 2004; Te Wierike et al., 2015; Torres-Unda et al., 2013). O processo de seleção desportiva tem uma influência decisiva no processo de treino desportivo de jovens jogadores, na medida que os atletas selecionados para as melhores equipas têm acesso a melhores condições de prática (i.e., melhores treinadores, nível mais

alto de competição interna, práticas mais organizadas e exigentes e outras facilidades) que são cruciais para o desenvolvimento do talento (Johnston et al., 2018; Vayens et al., 2008). A longo prazo, as díspares condições de prática podem acentuar ainda mais as diferenças entre os jogadores selecionados e não selecionados.

Tendo em consideração esta realidade e os resultados da presente tese, recomenda-se aos treinadores que construam os seus programas de formação desportiva centrados no desenvolvimento do talento em vez da identificação e seleção precoce do talento (baseada em determinantes biológicos e fatores genéticos), oferecendo a todos os jovens jogadores oportunidades de progredir no seu processo de formação desportiva e evitando a eliminação precoce de atletas nas fases iniciais da prática desportiva. Nesse sentido, seria aconselhável que os treinadores diretamente envolvidos nos programas de identificação e desenvolvimento do talento desportivo controlassem o processo de maturação dos atletas centrando especial atenção nos atletas de maturação tardia. Por último, com o propósito de uma maior fiabilidade do processo de seleção desportiva, seria interessante incluírem-se baterias de testes que privilegiassem as habilidades específicas (técnica) e o raciocínio tático dos atletas, na medida que a maturação e o tamanho corporal parecem não ter influência sobre esses testes e são, provavelmente, mais úteis para o desenvolvimento dos atletas numa perspetiva a longo prazo.

O presente estudo sugere a relevância das dimensões corporais e da aptidão física no rendimento coletivo e individual dos jogadores no basquetebol. Neste sentido, a monitorização e controlo do processo de crescimento e maturação e das capacidades motoras dos jovens basquetebolistas torna-se vital na identificação de atletas de elevado potencial, mas também como uma orientação para o planeamento do processo de treino. A avaliação contínua e sistemática destes fatores permitirá aos treinadores adaptar e prescrever o treino de acordo com as necessidades individuais de cada atleta. A construção de tabelas normativas das diferentes capacidades motoras em jovens basquetebolistas é mais um contributo que possibilitará aos treinadores uma comparação com a norma existente (tendo em consideração a idade e o processo de maturação) e um planeamento mais adequado do modelo de preparação dos atletas e das equipas.

Relativamente à realidade portuguesa esta necessidade é exponenciada devido às grandes dificuldades físicas (não só de dimensões corporais, mas sobretudo de aptidão física) que os treinadores das diferentes seleções nacionais jovens de ambos os sexos reportam no confronto internacional (i.e., campeonatos da europa) nas diferentes categorias. De facto, as diferenças físicas observadas recentemente entre as nossas seleções jovens e as melhores

equipas europeias em ambos os sexos são sobretudo de ordem atlética e motora e não relacionadas com a dimensão antropométrica (particularmente a altura). Tendo em consideração que o desenvolvimento das variáveis antropométricas está sobretudo relacionado com fatores genéticos e biológicos, e que por esse motivo dificilmente controlados pelos treinadores, importa que os programas de desenvolvimento do talento desportivo em Portugal centrem o seu foco em programas concretos e eficazes de desenvolvimento físico-atlético, particularmente nas capacidades motoras determinantes (i.e., velocidade, agilidade e força muscular) no rendimento desportivo dos atletas.

A avaliação e o controlo eficaz das capacidades motoras ao longo do processo de formação desportiva do jovem atleta implica que os treinadores construam e apliquem uma bateria de testes semelhante que permita uma efetiva comparação de dados e resultados. Tais comparações ajudam a avaliar e monitorizar as mudanças nos atributos morfológicos e de aptidão física dos jovens basquetebolistas portugueses masculinos e auxiliam no exigente processo de identificação de talento desportivo. Uma das grandes dificuldades da investigação científica na área do treino é a grande variabilidade da bateria de testes aplicada nos diferentes estudos (mesmo dentro da própria modalidade) que impossibilita uma comparação fiável de resultados. A bateria de testes aplicada nesta tese resulta de uma pesquisa exaustiva da literatura e poderá ser uma referência para um protocolo específico de avaliação da aptidão física de jovens basquetebolistas e um importante contributo para a avaliação morfo-funcional de jovens basquetebolistas inseridos em programas de desenvolvimento do talento desportivo ao nível de clubes de elite ou da Federação Portuguesa de Basquetebol (i.e.: CAR - centro de alto rendimento).

8.5. Referências Bibliográficas

- Bailey, R., Collins, D., Ford, P., MacNamara, A., Toms, M., & Pearce, G. (2010). Participant Development in Sport: An Academic Review. *Sports Coach UK*, 1-134.
- Coelho-e-Silva, M., Carvalho H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-81.

- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H., & Malina, R. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277-285.
- Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- Coelho-e-Silva, M., Vaz, V., Simões, F., Carvalho, H., Valente dos Santos, J., Figueiredo, A., . . . Malina, R. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 1793–1802.
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračič, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970–2978.
- Figueiredo, A., Coelho-e-Silva, M., Cummings, S., & Malina, R. (2010). Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. *Paediatric Exercise Science*, 22(4), 596-612.
- Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3.
- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C., & Kreamer, W. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent identification in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 97-109.
- Malina, R., & Kozieł S. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 1374-1382.
- Malina, R., & Kozieł, S. (2014a) Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 424–37.
- Malina, R., Rogol, A., Cumming, S., Coelho-e-Silva, M., & Figueiredo, A. (2015). Biological Maturation of Youth Athletes: Assessment and Implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852-859.

- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(7), 543-549.
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 640-744.
- Sedeaud, A., Marc, A., Schipman, J., Schaal, K., Danial, M., Guillaume, M., Berthelot, B., & Toussaint, J. (2014) Secular trend: morphology and performance. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1146-1154. DOI:10.1080/02640414.2014.889841
- Stojanovic, E., Stojiljkovic, N., Scanlan, A., Dalbo, V., Berkelmans, D., & Milanovic, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, 48, 111–135. doi: 10.1007/s40279-017-0794-z
- Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2015). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialization of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337–345.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., . . . Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., . . . Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A., & Philippaerts, R. (2008). Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Journal of Sports Medicine*, 38(9), 703-714.

ANEXOS

ANEXO 1 – Artigo submetido ao Comité Olímpico Português COP

Atributos morfológicos e de aptidão física de jovens basquetebolistas portugueses masculinos: valores normativos de acordo com a idade e maturação biológica

Sérgio Ramos¹, Anna Volossovitch², António P. Ferreira², Isabel Fragoso², Luís Miguel Massuça^{1,2,3}

¹ Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Lusófona, Lisboa, Portugal

² CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada, Portugal

³ ICPOL, Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, Lisboa, Portugal

CONFRONTO DE INTERESSES

Os autores não têm interesses concorrentes a declarar.

Nenhum financiamento foi recebido para este trabalho.

AGRADECIMENTOS

O artigo apresentado é resultado dos trabalhos de doutoramento de SR sob orientação dos professores LMM (orientador) e IF (co-orientadora).

Os autores gostariam de agradecer a todos os atletas que participaram no estudo.

Palavras-chave: valores normativos; dimensões corporais; agilidade; velocidade; força; talento

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram: (i) descrever atributos estruturais e funcionais de jovens jogadores de basquetebol de elite do sexo masculino, com idade entre 12-16 anos; e (ii) construir tabelas normativas de acordo com a idade e o estado maturacional.

No presente estudo foram avaliados 281 basquetebolistas de elite portugueses masculinos, com idades compreendidas entre 12 e 16 anos. Foram avaliados a idade cronológica, os parâmetros maturacionais, os atributos morfológicos (massa corporal, estatura, pregas cutâneas e comprimentos) e de aptidão física (velocidade, agilidade, salto vertical e força dos membros superiores). As estatísticas descritivas foram determinadas para a idade e estado de maturidade, e os percentis 25, 50 e 75 foram escolhidos como valores de referência. São fornecidos valores descritivos e normativos para os atributos morfológicos e de aptidão física dos jogadores, estratificados por idade e estado maturacional.

Os valores normativos apresentados neste estudo serão de grande ajuda aos clubes de elite para avaliar e monitorar as mudanças nos atributos morfológicos e de aptidão física, ao longo do tempo, em jovens basquetebolistas. A avaliação e comparação de atributos morfológicos e de aptidão física, fatores-chave no desempenho do basquetebol jovem, pode desempenhar um papel relevante no processo de identificação/seleção de talentos e na monitorização dos jogadores envolvidos em programas nacionais de desenvolvimento do talento desportivo.

Palavras-chave: valores normativos; dimensões corporais; agilidade; velocidade; força; talento

ABSTRACT

The aims of the present study were: (i) to describe structural and functional attributes of elite young male Portuguese basketball players aged 12-16 years; and (ii) to generate normative data according to the age and maturity status.

A total of 281 male Portuguese elite basketball players, between the ages of 12 and 16 years, were evaluated in this study. Chronological age, maturational parameters, morphological (body mass, stature, skinfolds and lengths) and fitness (sprint, agility, jump and upper body strength) attributes were measured. Descriptive statistics were determined for the age and maturity status, and the 25th, 50th, and 75th percentiles were chosen as the reference values. Descriptive and normative values for players morphological and fitness attributes, stratified by age and maturity status, are provided.

The athlete-specific norms presented in this study would be of great help to elite academies to evaluate and monitor changes in morphological and fitness attributes over time in young basketball players. The assessment and comparison of morphological and fitness attributes, the key factors in youth basketball performance, may play a relevant role in monitoring the training process, the player's talent identification/selection process and to track players involved in national talent development programs.

Keywords: reference values; body size; agility; velocity; strength; talent programs

INTRODUÇÃO

O basquetebol é um desporto de equipa complexo onde os atributos físicos, o desempenho fisiológico, as habilidades técnicas, o conhecimento tático e os atributos psicológicos contribuem para o sucesso dos jogadores e das equipas [8;21]. Devido à natureza multifatorial do desempenho no basquetebol, identificar e selecionar jovens jogadores com potencial para atingir altos níveis de desempenho na idade adulta é uma tarefa difícil; e, como foi demonstrado em vários desportos, quanto mais cedo a seleção desportiva ocorre, menor a sua precisão [20;21].

O reconhecimento da dificuldade de encontrar medidas válidas para avaliar prospectivamente o potencial do jovem atleta justifica a necessidade de analisar os perfis morfológicos e de aptidão de jovens jogadores bem-sucedidos nas diferentes etapas do seu desenvolvimento. As variáveis que influenciam o desempenho em idades jovens podem ser diferentes daquelas que explicam o sucesso de atletas adultos [1]. O conhecimento de quais os fatores, e como eles influenciam o sucesso dos jogadores nas diferentes categorias etárias, pode ser um recurso valioso para orientar a seleção de talentos e o processo de treino subsequente [9;21].

Em Portugal, as fases iniciais do processo de seleção iniciam-se com a categoria sub-14 (U14), quando os jogadores mais promissores com idades compreendidas entre os 12-14 anos são selecionados para os melhores clubes ou equipas regionais. Todos os anos, a Federação Portuguesa de Basquetebol (FPB) organiza um torneio nacional, onde as melhores equipas regionais de U14 e sub-16 (U16) do país competem durante 5 dias. Este evento oferece uma excelente oportunidade para caracterizar os perfis de jogadores de basquetebol com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos. Com o consentimento da FPB, os supostos “melhores basquetebolistas” do sexo masculino de U14 e U16 foram avaliados, em três temporadas consecutivas, durante a realização deste torneio. Este processo permitiu-nos criar uma extensa base de dados de atributos morfológicos e de aptidão física de jovens basquetebolistas de elite, de acordo com sua idade cronológica.

Tendo em consideração a influência da maturação biológica sobre o desempenho individual do jogador [22] e, conseqüentemente, sobre o processo de seleção no basquetebol juvenil [6;17], os valores normativos devem ser estabelecidos de acordo com o estado maturacional dos atletas, a fim de fornecer aos treinadores informações mais úteis sobre o rendimento dos atletas. Que seja do nosso conhecimento, nenhum estudo forneceu ainda dados normativos, estabelecidos de acordo com a idade e o estado maturacional, em relação aos atributos

morfológicos e de aptidão física de jovens basquetebolistas de elite portugueses. Neste sentido, os objetivos deste estudo foram: (i) analisar atributos morfológicos e de aptidão física de jovens basquetebolistas portugueses de elite com idades entre os 12-16 anos; e (ii) contruir tabelas normativas de acordo com a idade e o estado maturacional dos jogadores.

MÉTODOS

Participantes

Um total de 281 basquetebolistas masculinos com idades compreendidas entre os 12 e 16 anos foram avaliados neste estudo. Estes participantes representaram as seleções regionais masculinas da primeira divisão que competiram na “Festa do Basquetebol Juvenil” de Albufeira durante três temporadas consecutivas. Trata-se de um torneio anual organizado pela FPB para as seleções regionais de todo o país nos escalões de U14 e U16. Os dados relativos às características morfológicas e de aptidão física dos jogadores foram recolhidos. As avaliações ocorreram no primeiro dia do torneio para evitar a influência da fadiga nos resultados das mesmas. No entanto, alguns jogadores foram avaliados após o início da competição. Nesses casos, garantiu-se que as avaliações foram realizadas pelo menos duas horas após o jogo ter terminado.

Todos os participantes receberam uma explicação clara dos objetivos e procedimentos do estudo. Apenas os jogadores, cujos pais ou responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, foram autorizados a participar do estudo. O estudo foi autorizado pelo Comité de Ética da FEFD-ULHT e realizado de acordo com a declaração de Helsínquia.

Procedimentos

A bateria de testes utilizada no estudo, que abrangeu a maturação e as avaliações morfológicas e de aptidão física, foram já descritas detalhadamente num artigo anterior [16].

Avaliações da idade e da maturação

A idade cronológica (IC) foi calculada, em casas decimais, como a diferença entre a data em que as medidas antropométricas foram recolhidas e a data de nascimento. Os participantes foram distribuídos por grupos de IC (e.g.: 12=12.00-12.99 anos).

Os anos para o pico de velocidade em altura (APVA), foi predito através de uma equação específica que fornece a distância em anos da idade do pico de velocidade em altura (PVA),

e o PVA foi calculado subtraindo-se APVA à IC [15]. A IC, estatura, altura sentado e comprimento estimado dos membros inferiores foram utilizados para calcular APVA. Os participantes foram distribuídos por grupos maturacionais (APVA: -1=[-1.50;-0.51], 0=[-0.50;0.49], 1=[0.50;1.49], 2=[1.50;2.49], 3=[2.50;3.49]).

Avaliação morfológica

A massa corporal, estatura, altura sentada e três pregas (tricipital, geminal e subescapular) foram medidas de acordo as diretrizes da ISAK [13]. A envergadura e o diâmetro palmar também foram medidos [14]. A massa corporal foi mensurada com uma balança de corpo Secca, modelo 761 7019009 com aproximação a 0.5 kg; e estatura e altura sentada foram medidos com um kit antropométrico Siber-Hegner com aproximação a 0.1 cm. Todas as medições foram feitas por um técnico antropométrico ISAK (TEM: estatura, $R \geq 0.98$; altura sentada, $R \geq 0.96$; pregas, $R = [0.92-0.98]$). A análise da composição corporal incluiu a avaliação da massa gorda relativa (%MG) e da massa livre de gordura absoluta (MLG; kg), estimada a partir dos valores de pregas. A %MG foi calculada como a média aritmética dos valores de %MG obtidos através das equações propostas por Lohman [12] e Slaughter et al. [19]. O índice de massa corporal (IMC) foi também calculado.

Avaliação da aptidão física

Antes dos testes de aptidão física todos os participantes realizaram uma rotina de aquecimento de 20 minutos, e foram permitidos 10 minutos de descanso passivo entre os testes, bem como pausas para hidratação.

Todos os jogadores completaram sete testes de aptidão física, dos quais nove variáveis foram analisadas.

Teste de velocidade. Consistiu num sprint de 20-m [10]. O tempo do teste foi gravado em segundos e centésimos de segundo usando células fotoelétricas (Wireless Sprint system, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) e o melhor tempo de duas tentativas foi registado (ICC: $r = 0.937$).

Teste de agilidade. Utilizou-se o teste T [7,10], e o tempo foi gravado em segundos e centésimos de segundo, utilizando células fotoelétricas (Wireless Sprint System, Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah USA) e o melhor tempo de duas tentativas foi registado (ICC: $r = 0.962$).

Testes de salto vertical. A força elástica-explosiva dos membros inferiores foi avaliada através do salto com contramovimento (CMJ) e do CMJ com balanço dos braços (CMJ-S)

[2]. As alturas (cm) e a potência (W) dos saltos foram obtidas através da tecnologia Chronojump (Bosco System, Globus, Italy). Considerou-se o melhor registo de duas tentativas (ICC: CMJ, $r=0.976$; CMJ potência, $r=0.994$; CMJ-S, $r=0.986$; CMJ-S potência, $r=0.996$).

Lançamento da bola medicinal de 2 kg (LBM). A força explosiva do membro superior foi testada utilizando o LBM [7], e a distância (cm) alcançada na melhor de duas tentativas foi considerada (ICC: $r=0.982$).

Força de preensão manual (FPM). A FPM foi avaliada com o teste de preensão manual utilizando um dinamômetro (Takei Physical Fitness Test, TKK 5001, GRIP-A). Os atletas realizaram o teste duas vezes com cada mão, e a soma dos melhores resultados alcançados em cada mão foi considerada (em kg) (ICC: dta., $r=0.990$; esq., $r=0.989$).

Teste de sentar e alcançar. A flexibilidade foi avaliada com o Sit and reach e os valores foram registados com aproximação ao centímetro (ICC: $r=0.990$).

Análise estatística

Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS (versão 22.0, IBM SPSS, Chicago, IL). Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) foram determinadas para os grupos etários e de maturação. Os percentis 25, 50 e 75 foram escolhidos como valores de referência e as figuras foram gerados com o GraphPad Prism 8.0 (GraphPad software, Inc., San Diego, CA).

RESULTADOS

Os resultados das avaliações maturacionais, morfológicas e de aptidão física dos basquetebolistas masculinos de elite U14 e U16, que participaram do campeonato nacional de basquetebol para seleções regionais, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas descritivas (média $\pm$ DP) para os anos de prática, parâmetros maturacionais, características morfológicas e de aptidão física dos basquetebolistas masculinos U14 e U16 que participaram nas Festas do Basquetebol Juvenil para seleções regionais

	Categoria U14 (n=173)	Categoria U16 (n=108)
Anos de prática	5.2 $\pm$ 2.5	6.7 $\pm$ 2.5
Volume de treino (horas-sem ⁻¹)	6.1 $\pm$ 1.6	6.8 $\pm$ 2.5
IC (anos)	13.8 $\pm$ 0.4	15.7 $\pm$ 0.4
APVA (anos)	0.54 $\pm$ 0.7	2.04 $\pm$ 0.6
PVA (anos)	13.3 $\pm$ 0.6	13.6 $\pm$ 0.6
MORFOLOGIA		
Massa corporal (kg)	60.1 $\pm$ 9.9	68.8 $\pm$ 9.8
Estatura (cm)	173.5 $\pm$ 8.4	180.5 $\pm$ 7.3
Envergadura (cm)	176.4 $\pm$ 9.5	186.7 $\pm$ 8.6
Diâmetro palmar (cm)	22.1 $\pm$ 1.6	22.6 $\pm$ 1.4
IMC (kg/m ²)	19.9 $\pm$ 2.2	21.0 $\pm$ 2.3
%MG	16.5 $\pm$ 5.4	13.7 $\pm$ 4.7
Massa magra (kg)	49.7 $\pm$ 6.7	58.9 $\pm$ 7.1
APTIDÃO FÍSICA		
V20-m (s)	3.35 $\pm$ 0.22	3.12 $\pm$ 0.11
TT (s)	10.35 $\pm$ 0.60	9.55 $\pm$ 0.50
FPM (kg)	69.2 $\pm$ 15.7	85.9 $\pm$ 15.7
LBM (m)	4.91 $\pm$ 0.8	6.13 $\pm$ 0.7
CMJ altura (cm)	30.4 $\pm$ 4.8	34.4 $\pm$ 4.6
CMJ potência (W)	719 $\pm$ 143	891 $\pm$ 128
CMJ-S altura (cm)	35.9 $\pm$ 5.6	41.7 $\pm$ 5.5
CMJ-S potência (W)	781 $\pm$ 154	982 $\pm$ 141
Sit and reach (cm)	-1.3 $\pm$ 7.7	4.0 $\pm$ 9.7

Legenda: APVA, anos para o pico de velocidade em altura; CMJ, salto com contramovimento; CMJ-S, salto com contramovimento com balanço dos braços; IC, idade cronológica; FPM, somatório da mão esquerda e direita no teste de força manual; IMC, índice de massa corporal; LBM, lançamento da bola medicinal; PVA, idade no pico de velocidade em altura; TT, teste-T; V20-m, sprint em 20 metros; %MG, percentagem de massa gorda;

Os valores descritivos e normativos dos atributos morfológicos e de aptidão física dos jogadores, estratificados por idade e estado maturacional, são fornecidos, respetivamente, nas tabelas 2 e 3. Complementarmente, os percentis 25, 50 e 75 dos atributos: dimensões corporais e envergadura; velocidade e agilidade; CMJ e CMJ-S; e LBM e FPM são apresentados graficamente nas figuras 1-4.

Tabela 2. Estatística descritiva (média $\pm$ DP) e valores de referência (percentis 25, 50 e 75) para a morfologia de jovens basquetebolistas masculinos Portugueses, de acordo com sua idade cronológica e estado maturacional.

		Idade cronológica (anos)					APVA				
		12	13	14	15	16	-1	0	1	2	3
N		12	97	75	70	27	18	62	102	71	28
Massa corporal (kg)	M $\pm$ DP	49.0 $\pm$ 10.0	59.7 $\pm$ 8.9	62.2 $\pm$ 10.4	69.9 $\pm$ 9.9	66.8 $\pm$ 9.4	46.1 $\pm$ 6.3	55.6 $\pm$ 5.2	64.1 $\pm$ 7.8	68.4 $\pm$ 6.7	77.7 $\pm$ 9.0
	P25	40.0	54.5	55.0	64.6	60.0	43.3	51.6	58.0	65.0	70.3
	P50	49.8	59.0	62.0	69.6	68.3	45.5	55.0	62.5	68.5	78.0
	P75	56.1	65.0	70.0	76.6	72.3	49.0	60.0	69.0	72.0	82.3
Altura (cm)	M $\pm$ DP	165.9 $\pm$ 8.8	172.6 $\pm$ 8.1	176.2 $\pm$ 8.1	181.4 $\pm$ 6.9	179.1 $\pm$ 8.1	159.6 $\pm$ 3.2	169.8 $\pm$ 5.2	176.6 $\pm$ 5.4	180.9 $\pm$ 5.7	188.0 $\pm$ 5.5
	P25	159.0	168.1	169.1	176.7	172.4	158.4	166.0	173.2	177.1	184.1
	P50	164.3	173.0	176.7	181.3	177.8	159.4	169.1	175.9	181.3	187.9
	P75	174.7	177.5	181.9	185.4	184.7	160.9	174.3	180.0	185.2	191.8
Envergadura (cm)	M $\pm$ DP	168.9 $\pm$ 11.9	175.8 $\pm$ 9.2	179.2 $\pm$ 9.7	187.5 $\pm$ 8.1	185.5 $\pm$ 9.4	161.6 $\pm$ 4.6	173.3 $\pm$ 7.4	180.3 $\pm$ 7.2	186.1 $\pm$ 6.5	194.3 $\pm$ 7.1
	P25	157.0	169.1	172.2	180.7	179.3	158.5	168.6	176.0	180.9	190.0
	P50	163.3	177.0	179.9	186.7	183.1	161.0	172.1	180.0	186.1	195.0
	P75	177.5	181.5	185.1	195.0	191	164.5	179.0	184.7	190.2	199.1
Diâmetro palmar (cm)	M $\pm$ DP	21.2 $\pm$ 1.5	22.0 $\pm$ 1.6	22.5 $\pm$ 1.5	22.7 $\pm$ 1.5	22.5 $\pm$ 1.2	20.1 $\pm$ 1.6	21.8 $\pm$ 1.4	22.6 $\pm$ 1.2	22.7 $\pm$ 1.4	23.1 $\pm$ 1.4
	P25	20.0	21.0	21.5	21.5	21.6	18.6	21.0	21.6	21.7	22.1
	P50	20.9	22.0	22.6	22.6	22.6	20.3	22.0	22.6	22.8	23.2
	P75	22.9	23.1	23.3	24.0	23.5	21.4	22.5	23.5	23.5	24.0
IMC (kg/m²)	M $\pm$ DP	17.6 $\pm$ 2.1	20.0 $\pm$ 2.0	20.0 $\pm$ 2.3	21.2 $\pm$ 2.4	20.8 $\pm$ 2.0	18.1 $\pm$ 2.3	19.3 $\pm$ 1.7	20.5 $\pm$ 2.3	20.9 $\pm$ 1.8	22.0 $\pm$ 2.6
	P25	15.6	18.8	18.6	20.0	19.6	16.9	18.2	19.1	20.0	20.2
	P50	17.8	19.8	20.1	20.8	20.8	17.7	19.3	20.3	20.7	21.9
	P75	19.4	20.9	21.8	22.5	22.7	19.4	20.3	21.8	22.0	23.2
%MG	M $\pm$ DP	13.2 $\pm$ 3.0	16.7 $\pm$ 5.4	16.1 $\pm$ 5.3	14.1 $\pm$ 5.2	13.2 $\pm$ 3.5	15.8 $\pm$ 7.8	15.3 $\pm$ 4.4	17.0 $\pm$ 5.7	14.4 $\pm$ 4.6	14.7 $\pm$ 5.6
	P25	10.7	13.4	12.4	9.7	10.1	10.2	12.6	13.3	11.4	10.2
	P50	12.4	15.3	14.8	13.2	12.5	10.5	14.2	16.2	13.2	14.0
	P75	15.8	18.9	20.0	16.9	15.8	10.8	18.2	20.1	17.1	17.3
Massa magra (kg)	M $\pm$ DP	42.0 $\pm$ 7.9	49.3 $\pm$ 6.2	51.7 $\pm$ 6.9	59.8 $\pm$ 7.2	57.7 $\pm$ 6.7	38.5 $\pm$ 2.8	46.9 $\pm$ 4.2	52.9 $\pm$ 4.6	58.4 $\pm$ 4.6	65.8 $\pm$ 5.1
	P25	35.3	46.2	47.2	55.1	53.4	36.2	44.3	49.5	55.6	62.6
	P50	41.7	49.8	51.7	59.6	58.1	38.3	47.3	52.3	58.7	66.0
	P75	48.0	53.7	56.6	64.2	63.2	41.1	49.5	55.4	60.9	70.1

Legenda: APVA, anos para a idade do pico de crescimento em altura; IMC, índice de massa corporal; %MG, percentagem de massa gorda;

Tabela 3. Estatística descritiva (média $\pm$ DP) e valores de referência (percentis 25, 50 e 75) para a aptidão física de jovens basquetebolistas masculinos Portugueses, de acordo com sua idade cronológica e estado maturacional.

		Idade cronológica (anos)					APVA				
		12	13	14	15	16	-1	0	1	2	3
N		12	97	75	70	27	18	62	102	71	28
Velocidade 20-m (s)	M $\pm$ DP	3.42 $\pm$ 0.19	3.35 $\pm$ 0.22	3.30 $\pm$ 0.23	3.13 $\pm$ 0.12	3.09 $\pm$ 0.11	3.42 $\pm$ 0.21	3.34 $\pm$ 0.25	3.26 $\pm$ 0.19	3.14 $\pm$ 0.17	3.15 $\pm$ 0.13
	P25	3.55	3.48	3.47	3.19	3.14	3.64	3.50	3.38	3.24	3.26
	P50	3.46	3.34	3.27	3.12	3.09	3.47	3.30	3.23	3.12	3.14
	P75	3.27	3.20	3.13	3.04	3.00	3.30	3.15	3.09	3.03	3.04
Agilidade T-Test (s)	M $\pm$ DP	10.25 $\pm$ 0.47	10.35 $\pm$ 0.57	10.28 $\pm$ 0.68	9.56 $\pm$ 0.49	9.50 $\pm$ 0.53	10.54 $\pm$ 0.79	10.31 $\pm$ 0.63	10.21 $\pm$ 0.61	9.67 $\pm$ 0.66	9.61 $\pm$ 0.53
	P25	10.69	10.68	10.76	9.90	9.82	10.76	10.72	10.64	10.04	9.91
	P50	10.32	10.33	10.16	9.50	9.44	10.47	10.31	10.15	9.57	9.54
	P75	9.77	9.93	9.76	9.10	9.09	10.02	9.83	9.73	9.15	9.21
FPM (kg)	M $\pm$ DP	56.4 $\pm$ 18.1	69.1 $\pm$ 15.9	71.9 $\pm$ 14.0	87.7 $\pm$ 13.2	86.2 $\pm$ 13.1	52.5 $\pm$ 10.3	66.9 $\pm$ 12.2	78.1 $\pm$ 12.3	83.7 $\pm$ 16.3	93.4 $\pm$ 12.4
	P25	44.0	58.9	63.9	78.0	73.7	44.4	59.3	69.5	75.9	83.4
	P50	54.1	69.2	71.0	86.7	84.2	50.1	65.6	77.8	84.0	92.6
	P75	63.9	78.4	81.3	97.7	96.7	58.1	73.8	84.9	93.0	105.2
LBM (m)	M $\pm$ DP	4.25 $\pm$ 0.92	4.84 $\pm$ 0.72	5.19 $\pm$ 0.84	6.13 $\pm$ 0.62	6.13 $\pm$ 0.72	3.97 $\pm$ 0.55	4.75 $\pm$ 0.60	5.39 $\pm$ 0.55	6.05 $\pm$ 0.64	6.49 $\pm$ 0.70
	P25	3.49	4.36	4.66	5.55	5.55	3.58	4.23	5.09	5.49	6.06
	P50	4.24	4.83	5.23	6.11	6.02	3.81	4.79	5.37	6.06	6.66
	P75	4.66	5.40	5.69	6.61	6.83	4.18	5.11	5.69	6.57	7.03
CMJ altura (cm)	M $\pm$ DP	30.2 $\pm$ 3.1	29.8 $\pm$ 5.1	31.7 $\pm$ 4.7	33.9 $\pm$ 4.4	35.9 $\pm$ 4.7	27.8 $\pm$ 5.6	30.1 $\pm$ 5.0	31.7 $\pm$ 4.9	38.8 $\pm$ 4.8	33.6 $\pm$ 4.7
	P25	27.9	26.5	28.1	31.4	31.3	23.6	26.8	28.3	30.8	31.1
	P50	29.8	29.5	31.6	33.9	35.8	28.1	29.9	31.6	33.7	34.2
	P75	32.1	32.7	34.7	37.2	39.4	29.9	32.8	35.0	36.9	37.5
CMJ potência (W)	M $\pm$ DP	572 $\pm$ 141	709 $\pm$ 136	761 $\pm$ 136	903 $\pm$ 133	883 $\pm$ 113	545 $\pm$ 89	672 $\pm$ 87	793 $\pm$ 112	883 $\pm$ 91	989 $\pm$ 128
	P25	463.6	626.6	664.6	809.8	788.6	474.4	610.4	728.7	811.5	882.5
	P50	591.9	722.8	766.2	894.8	892.2	538.6	668.0	776.1	888.5	986.8
	P75	660.4	792.7	855.8	984.0	981.4	609.2	733.9	853.6	954.5	1060.0
CMJ-S altura (cm)	M $\pm$ DP	35.3 $\pm$ 3.7	35.4 $\pm$ 5.8	37.4 $\pm$ 5.2	41.3 $\pm$ 5.3	43.6 $\pm$ 5.5	32.3 $\pm$ 5.6	35.9 $\pm$ 5.9	37.9 $\pm$ 5.4	41.1 $\pm$ 6.0	40.4 $\pm$ 5.0
	P25	31.9	31.2	34.4	38.2	39.3	27.4	31.3	34.7	37.4	37.5
	P50	34.1	34.9	37.2	41.9	42.9	31.9	35.6	37.2	40.3	41.1
	P75	38.6	38.8	40.8	44.9	46.5	36.9	40.0	41.7	43.4	45.3
CMJ-S potência (W)	M $\pm$ DP	619 $\pm$ 151	771 $\pm$ 148	827 $\pm$ 145	997 $\pm$ 146	975 $\pm$ 129	585 $\pm$ 81	734 $\pm$ 95	866 $\pm$ 118	973 $\pm$ 101	1085 $\pm$ 142
	P25	504.9	677.1	731.2	895.5	871.9	515.6	670.2	793.3	894.5	962.6
	P50	620.0	786.3	832.6	1002.8	969.2	575.7	724.8	855.3	980.3	1089.3
	P75	717.7	858.1	938.9	1085.8	1099.3	628.3	794.4	937.7	1050.8	1180.1

Legenda: APVA, anos para o pico de velocidade em altura CMJ, salto com contramovimento; CMJ-S, salto com contramovimento com balanço dos braços; FPM, somatório da força de prensão manual da mão direita e esquerda; LBM, lançamento da bola medicinal.

Figura 1. Valores de referências (percentis 25, 50 e 75) para a massa corporal, estatura e envergadura de jovens basquetebolistas portugueses do sexo masculino, de acordo com sua idade cronológica e estado maturacional.

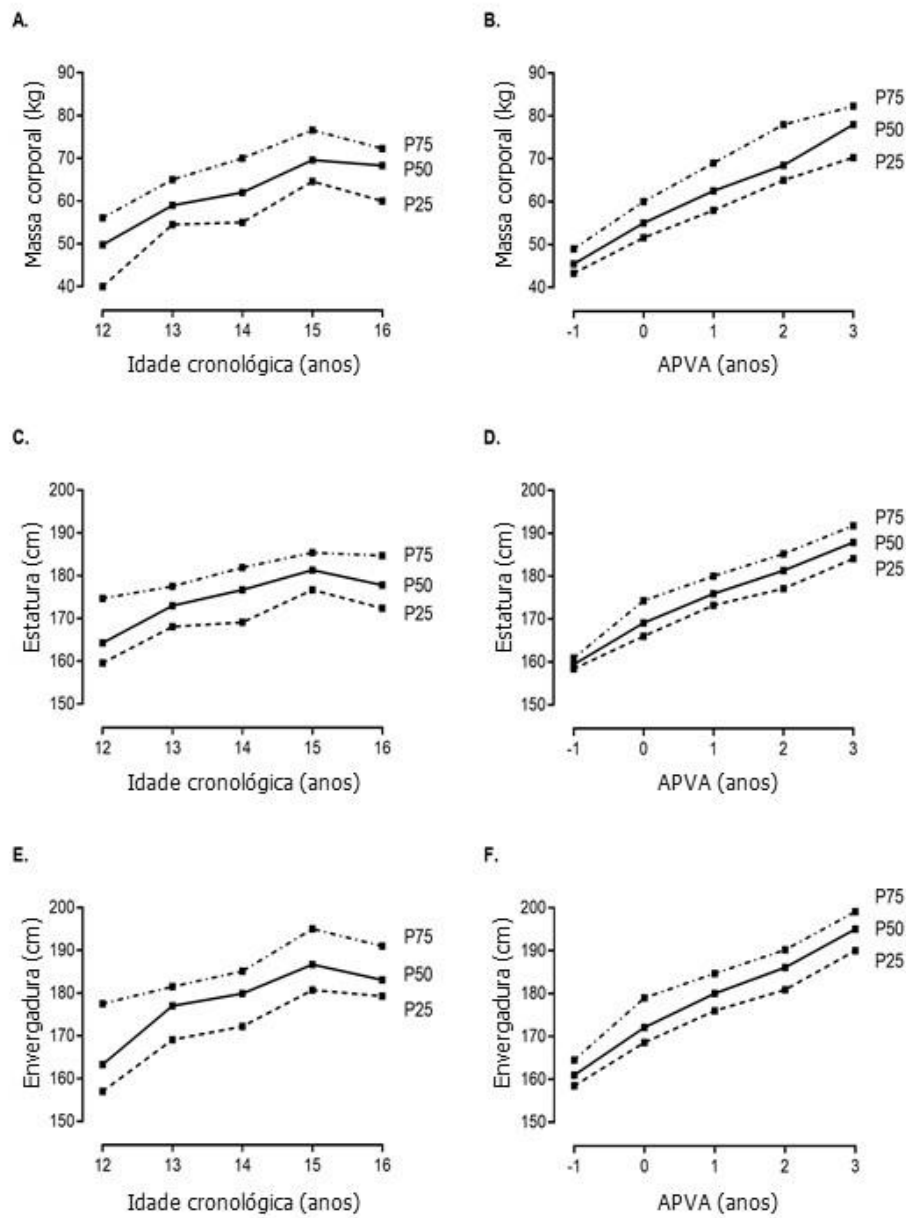


Figura 2. Valores de referências (percentis 25, 50 e 75) para velocidade e agilidade de jovens basquetebolistas portugueses do sexo masculino, de acordo com sua idade cronológica e estado maturacional.

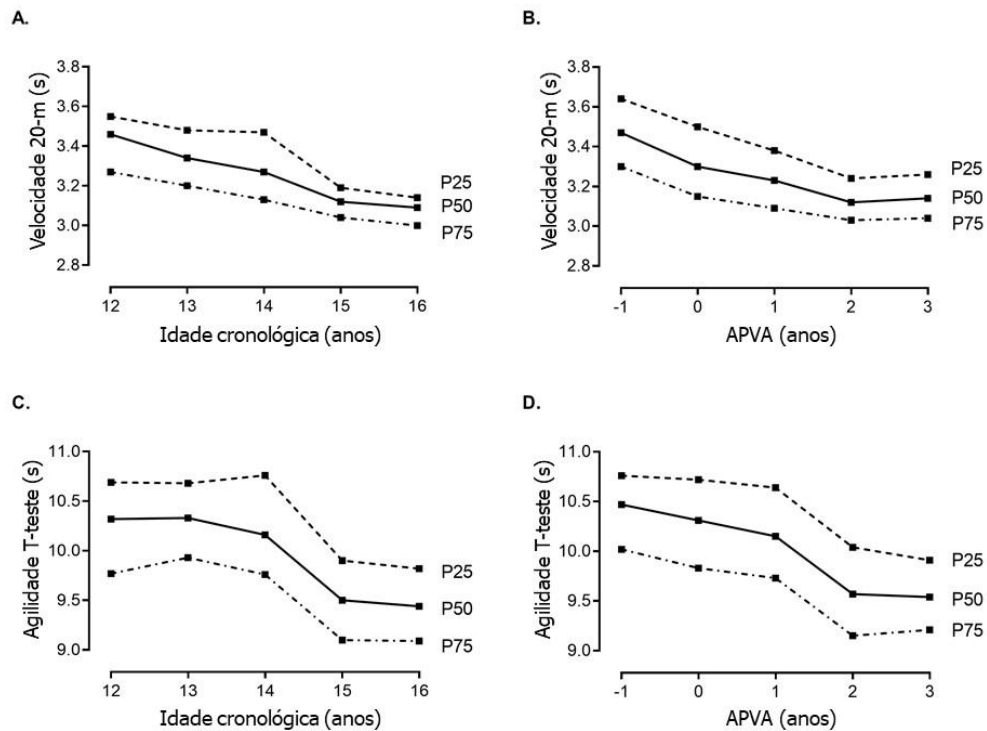


Figura 3. Valores de referência (percentis 25, 50 e 75) para a altura no CMJ e CMJ-S de jovens basquetebolistas portugueses do sexo masculino, de acordo com sua idade cronológica e estado maturacional.

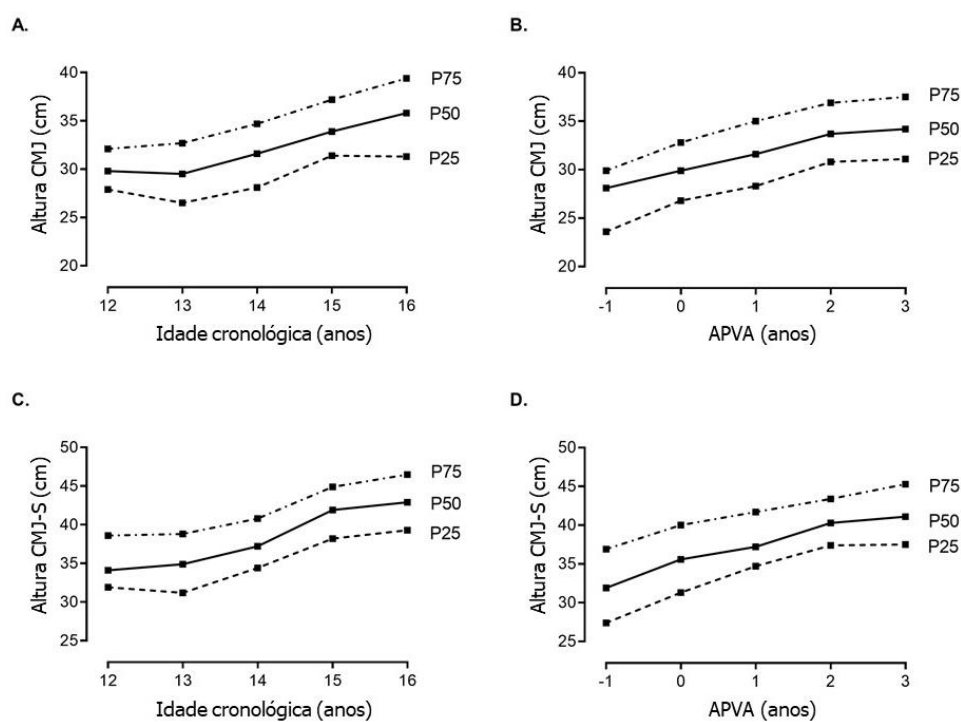
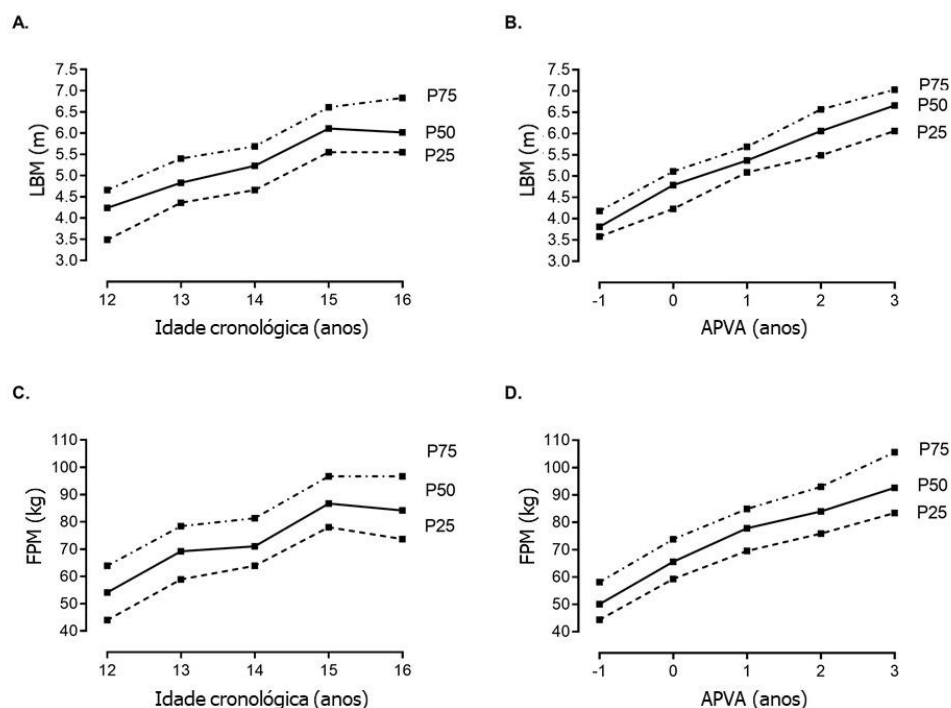


Figura 4. Valores de referências (percentis 25, 50 e 75) para a força de membros superiores (LBM e FPM) de jovens basquetebolistas portugueses do sexo masculino, de acordo com a sua idade cronológica e estado maturacional.



DISCUSSÃO

A literatura destaca que os atributos antropométricos e fisiológicos são relevantes para o sucesso no basquetebol juvenil [16;17;22]. Contudo, parece que este é o primeiro estudo a relatar valores normativos para atributos morfológicos e de aptidão física de acordo com a idade e a maturação biológica de jovens basquetebolistas portugueses de elite.

Os resultados do presente estudo permitiram constatar que os jovens basquetebolistas portugueses de elite tinham maiores dimensões corporais que a população escolar nacional [18]. De facto, os jovens basquetebolistas são, em média, mais altos (anos: 12, +15.9 cm; 13, +15.6 cm; 14, +13.6 cm; 15, +13.4 cm; 16, +7.1 cm) e mais pesados (anos: 12, +3.4 kg; 13, +8.9 kg; 14, + 6.4 kg; 15, +8.6 kg; 16, +2.1 kg) do que os estudantes portugueses da mesma idade cronológica [18]. Estes resultados estão em consonância com a pesquisa prévia, que demonstrou que a dimensão corporal (i) é um importante atributo para o desempenho no basquetebol jovem [16;22], e (ii) representa a variável determinante para o processo de identificação e seleção de talentos para as equipas de elite [16;21]. Estes

resultados oferecem um apoio preliminar e mostram a necessidade de criar normas específicas para jovens jogadores de basquetebol, i.e., os valores normativos da população normal, nas mesmas faixas etárias, parecem ser inadequados para avaliar os atletas de elite.

Por outro lado, a confrontação dos valores normativos obtidos dos jovens basquetebolistas portugueses de elite com os de jogadores internacionais de basquetebol da mesma idade cronológica, permitiu constatar que os jogadores portugueses mostraram valores médios de estatura superiores aos 13 anos (+5,6 cm), bastante semelhantes aos 14 anos (-0.8 cm) e 15 anos (+0.4 cm), mas menores aos 16 anos (-7.9 cm) quando comparado com os de basquetebolistas holandeses [20].

No entanto, quando comparados com os jogadores de basquetebol espanhóis de elite de 13 anos, os jogadores portugueses apresentaram valores médios inferiores para a estatura (-7.9 cm) e massa corporal (-10.6 kg) [21]. Importa salientar que, neste estudo, os jogadores espanhóis estavam a 2.3 anos de distância do pico de velocidade em altura [21], enquanto os jogadores portugueses estavam a 0.4 anos do PVA. Quando APVA das duas amostras foi considerada, os resultados da comparação tornaram-se semelhantes. De facto, os jogadores portugueses eram parecidos com os seus homólogos espanhóis [21], mostrando os mesmos valores médios de estatura (+0.9 cm) e de massa corporal (-1.9 kg). Estes resultados, analisados em conjunto, reforçam a importância de estabelecer valores normativos para jovens jogadores de basquetebol de acordo com sua maturação biológica. O uso de valores normativos, apenas de acordo com a idade cronológica, pode fornecer uma avaliação imprecisa dos atletas, nomeadamente naqueles com estados maturacionais diferenciados.

Em relação aos atributos de aptidão física, os nossos resultados demonstraram que os desempenhos médios nos testes de velocidade, de agilidade (exceto de 12 a 13 anos), na distância alcançada no LBM (exceto de 15 a 16 anos), na FPM (exceto de 15 a 16 anos), na altura do CMJ e CMJ-S, na potência do CMJ e CMJ-S (exceto dos 15 aos 16 anos), e no teste de flexibilidade, aumentaram concomitantemente com a idade. Resultados semelhantes foram observados quando os jogadores foram distribuídos de acordo com seu estado de maturação. De facto, o aumento dos valores de desempenho foi observado em todos os testes de aptidão física.

No basquetebol jovem, pesquisas recentes destacaram a velocidade e a agilidade como atributos importantes para os desempenhos individuais e coletivos [10;16;17]. Os resultados iniciais permitiram constatar que os basquetebolistas portugueses de elite foram mais rápidos no teste de sprint em 20-m (anos: 12, -0.35 s; 14, -0.54 s) e mais ágeis no teste T (anos: 12, -1.74 s; 14, -0.62 s) que os basquetebolistas sérvios de elite de 12 e 14 anos [10]. No entanto,

quando comparados com os basquetebolistas espanhóis de elite de 13 anos, os jogadores portugueses mostraram piores desempenhos no teste de sprint em 20-m [21;22]. As diferenças observadas entre os jogadores de basquetebol portugueses e espanhóis de 13 anos de idade podem ser explicadas pelo estado maturacional dos jogadores espanhóis ser mais avançado.

Surpreendentemente, os basquetebolistas portugueses de 15 e 16 anos foram mais ágeis (-0.14 s e -0.20 s, respetivamente) do que os basquetebolistas profissionais adultos tunisinos [3].

A força dos membros superiores, avaliada pelo LBM e FPM, foi um fator que influenciou o desempenho desportivo no basquetebol juvenil [16;17]. Estudos recentes relataram que: os basquetebolistas U14 das equipas melhores classificadas, demonstraram melhores resultados no LBM de 2 kg do que os jogadores das equipas piores classificadas [16]; e a FPM foi identificada como um dos preditores do desempenho individual em jovens basquetebolistas [17]. Quando comparado com outros jogadores portugueses de elite de 12-13 anos [4] e 14-15 anos [5], os resultados observados são semelhantes no teste de FPM.

Por último, destaca-se que a capacidade de salto foi apontada como um atributo relevante para o desempenho do basquetebol, uma vez que os saltos verticais estão entre as ações mais prevalentes realizadas pelos jogadores de basquetebol na defesa (e.g., ressalto e desarmes de lançamento) e no ataque (e.g., lançamento e ressalto ofensivo). Um estudo prévio com 125 jovens basquetebolistas australianos revelou diferenças significativas no salto vertical, entre os jogadores de diferentes níveis de competência, com os melhores jogadores a saltarem mais alto quando comparados a outros jogadores [9]. Os nossos resultados para o teste do CMJ foram semelhantes aos apresentados por Coelho-e-Silva e colegas em basquetebolistas de elite de 12 e 13 anos [4], enquanto que em atletas de 14 e 15 anos, os basquetebolistas do nosso estudo saltaram menos 1.8 cm e 4 cm, respetivamente, do que basquetebolistas portugueses da mesma idade cronológica [5].

Quanto à comparação com basquetebolistas internacionais, os nossos resultados demonstraram que os basquetebolistas portugueses tinham um desempenho (no salto vertical) semelhante ao dos jogadores de basquetebol gregos da mesma idade cronológica (anos: 13, -0,1 cm; 14, -1.2 cm; 15, +0.3 cm; 16, +0.5 cm) [11]. No entanto, quando comparadas com basquetebolistas espanhóis de elite, as diferenças na altura dos saltos verticais, entre os dois grupos de atletas, aumentam consideravelmente. De facto, os basquetebolistas portugueses de 13 anos saltaram, em média, menos 11.3 cm [21] e 7.6 cm [22] no teste do CMJ-S do que os jogadores espanhóis de elite da mesma idade cronológica.

Em síntese, os resultados demonstraram que os basquetebolistas possuíam maiores dimensões corporais do que a normal população adolescente portuguesa, destacando a importância do uso de valores normativos específicos para atletas. Além disso, confirmando pesquisas prévias, os resultados do presente estudo sugerem que: o estado maturacional influencia o tamanho corporal dos jogadores e o seu desempenho físico, apoiando a necessidade de estabelecer dados normativos com referência à maturação e estado maturacional dos atletas. Face ao exposto, este estudo apresenta valores normativos específicos de basquetebolistas jovens de elite de acordo com a idade e o estado maturacional.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os atributos morfológicos e de aptidão são fatores determinantes para o sucesso no basquetebol juvenil [16;17;22]. O presente estudo fornece, pela primeira vez, tabelas normativas de atributos morfo-funcionais (específicos para a idade cronológica e estado maturacional) em jovens jogadores de basquetebol portugueses com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos. Os dados normativos apresentados podem ser úteis para treinadores, preparadores físicos e investigadores que trabalhem com jovens basquetebolistas, na medida que permitem comparar resultados de desempenho dos jogadores com normas de referência específicas. Tais comparações ajudam a (i) avaliar e monitorizar as mudanças nos atributos morfológicos e de aptidão dos basquetebolistas ao longo da sua formação desportiva, e (ii) contribuem para uma maior eficácia e fiabilidade do processo de identificação e seleção do talento desportivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Baker, J., & Wattie, N. (2018). Innate talent in sport: Separating myth from reality. *Current Issues in Sport Science*, 3(006).
- [2] Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology*, 50(2), 273-282.

- [3] Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G., Ben Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- [4] Coelho-e-Silva, M., Carvalho, H., Gonçalves, C., Figueiredo, A., Elferink-Gemser, M., Philippaerts, R., & Malina, R. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13-year-old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- [5] Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H. M., & Malina, R. M. (2008). Functional capacities and sport – specific skills of 14 – 15 year old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 277 – 285.
- [6] Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Vaz, V., & Malina, R. (2004). Crescimento, maturação e performance no contexto da formação desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 91-94.
- [7] Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power speed and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- [8] Drinkwater, E., Pyne, D., & McKenna, M. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- [9] Hoare, D. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(391-405).
- [10] Jakovljevic, S., Karalejic, M., Pajic, Z., Macura, M., & Erculz, F. (2012). Speed and Agility of 12 and 14-year-old elite male basketball players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- [11] Kellis, G., Tsitskaris, G., Nikopoulou, M., & Mousikou, K. (1999). The evaluation of jumping ability of male and female basketball players according to their chronological age and major leagues. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 40-46.
- [12] Lohman, T. G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise Sports Sciences Reviews*, 14, 325-357.

- [13] Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, J. (2006). International standards for anthropometric assessment (revised 2006). Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- [14] Massuça, L., & Fragoso, I. (2013). A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(180), 143-151.
- [15] Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*, 34, 689-694.
- [16] Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2018). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00^{[[1]]}_{SEP}(00), 1-10. doi:10.1519/JSC.0000000000002691
- [17] Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Fragoso, I., & Massuça, L. (2019). Training experience, maturational, morphological and fitness attributes as individual performance predictors in male and female Under-14 Portuguese elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00, 1-10.
- [18] Santos, R., Mota, J., Santos, D. A., Silva, A. M., Baptista, F., & Sardinha, L. B. (2014). Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10–18 years. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1510-1518.
- [19] 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 estimations of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.
- [20] Te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialisation of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345.
- [21] Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., . . . Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- [22] Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., . . . Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.

ANEXO 2. Termo de consentimento e autorização dos Encarregados de educação**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

A preencher pela ULHT
Sujeito N.º

Orientador: Professor Doutor Luís Miguel Rosado da Cunha Massuça

Mestrando: Sérgio Bruno Antunes Selores Ramos

Projeto: Maturação, Aptidão Física e seleção no Basquetebol

INFORMAÇÕES

Vimos por este meio convidá-lo a participar no Mestrado (Ramo de Treino Desportivo, especialidade de Ciências do Desporto) referido em epígrafe

Detalhes do estudo

O objetivo deste estudo é investigar o efeito da maturação no perfil morfo-funcional do jovem atleta de basquetebol ao longo do processo de formação desportiva.

Será considerado para o estudo se cumprir cumulativamente os seguintes requisitos: (i) Ser do sexo masculino; (ii) Ter uma prática sistemática e regular de basquetebol, e estar devidamente licenciado na época desportiva 2014/2015 nos escalões de Sub-14 e Sub-16 e na época desportiva 2015/2016 nos escalões de Sub-14, Sub-16 e Sub-18; (iii) Ter seguro desportivo e exame de medicina desportiva ou atestado médico em dia, garantindo um bom estado de saúde.

Descrição dos testes a realizar

Todos os testes são realizados por uma equipa de 2 elementos sob a coordenação direta do investigador e orientador, e visam avaliá-lo em 3 dimensões: antropometria, aptidão física, maturação.

Para o efeito será solicitado a: (i) posar para que os antropometristas (credenciados pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*) possam recolher os dados referentes às medições; (ii) realizar 8 testes físicos (*Sprint* de 20 metros, *Handgrip*, *Squat Jump*, *Countermovement Jump*, lançamento bola medicinal, *Sit ups* em 1 minuto e *Yo Yo Intermittent Recovery Test* – Nível 1; *T-Teste*); (iii) a realização de uma radiografia do punho para identificação da idade óssea ou biológica.

Riscos

Os riscos são muito baixos e são aqueles relacionados com as actividades feitas habitualmente na sua sessão treino. Todos os testes serão acompanhados por uma equipa de 3 elementos para garantir a sua segurança. A exposição à radiação é mínima (equivalente a 3 horas de televisão).

Benefícios

Não obterá benefícios imediatos por participar neste projecto. Na realidade, estará contribuindo para que possamos estudar o efeito da maturação no perfil morfo-funcional de basquetebolistas, o qual poderá ser útil no processo de identificação e captação de talentos para a prática da modalidade, assim como fundamentar as opções estratégicas operacionalizadas nas planificações longitudinais e transversais dos clubes e das equipas.

Confidencialidade

Receberá um código que será utilizado em todos os seus testes e a sua identificação não será revelada. Os seus dados serão apresentados em relatórios estatísticos agrupados sem nenhuma identificação.

Utilização dos dados

Os dados recolhidos serão utilizados em publicações relacionadas a esta investigação e poderão ser guardados para estudos futuros.

Natureza voluntária do estudo / Liberdade para se retirar

A participação do seu educando é voluntária e tem o direito de se retirar por qualquer razão e a qualquer momento, sem prejuízo para a sua pessoa.

Pagamento

Não receberá nenhuma forma de pagamento por participar neste estudo.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA DOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO

Eu, (nome completo e legível) _____, portador do bilhete de identidade nº _____, encarregado de educação do atleta _____ li e entendi toda a informação passada sobre este estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica, satisfatoriamente explicados. Também tive tempo suficiente para considerar a informação acima e tive oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas.

Estou a assinar este termo voluntariamente e reservo-me o direito de agora ou mais tarde discutir qualquer dúvida que eu venha a ter em relação ao estudo com os responsáveis pelo projeto:

Assinando este termo de consentimento, eu demonstro que concordo em que o meu educando participe no estudo intitulado “Maturação, aptidão física e seleção no Basquetebol”.

Assinatura do Encarregado de Educação

_____ Data: __/__/2014