

Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Morfologia da mão em jovens judocas de elite dos 14 aos 16 anos: inter-relação com o tamanho e forma corporal e parâmetros ecocardiográficos



Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens

Pedro João Lopes Ribeiro

Coimbra 2011

Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Morfologia da mão em jovens judocas de elite dos 14 aos 16 anos: inter-relação com o tamanho e forma corporal e parâmetros ecocardiográficos

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

Orientadores:

Prof. Doutor Manuel João Cerdeira
Coelho e Silva

Prof. Doutor António José Barata
Figueiredo

Pedro João Lopes Ribeiro

Coimbra, 2011

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar mais uma etapa deste longo percurso académico, não posso deixar de agradecer a todos aqueles que directa ou indirectamente permitiram, colaboraram e apoiaram a realização deste trabalho. A todos expresso mais uma vez o meu profundo agradecimento e reconhecimento.

Ao **Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva**, pela excelente orientação e total disponibilidade demonstrada ao longo deste processo, bem como, a capacidade de me incentivar e transmitir uma vontade de me superar dia após dia. Obrigado!

Ao **Professor Doutor António Figueiredo**, pela disponibilidade demonstrada e pelos conhecimentos transmitidos em determinadas etapas deste processo. Obrigado!

Ao **Professor Doutor Alain Massart**, pela amizade transmitida, pela partilha de conhecimento e total disponibilidade. Obrigado!

Ao **Dr. Joaquim Castanheira**, pela preciosa ajuda na recolha e interpretação dos dados. Obrigado!

Aos **restantes professores** do meu percurso académico que sempre me foram transmitindo conhecimento. Obrigado!

Ao **João Valente dos Santos** pela preciosa ajuda na recolha dos dados. Obrigado!

À **Federação Portuguesa de Judo** e ao **Jorge Fernandes**, pela autorização concedida para que os seus atletas integrassem no estudo. Obrigado!

A todos os **atletas, treinadores e clubes** que participaram neste estudo, sem eles não era possível. Obrigado!

Aos meus **colegas e amigos**, que sempre me apoiaram e motivaram neste longo percurso acadêmico. Muito Obrigado!

Por fim, mas tão importante, aos meus **pais e irmão**, pelo suporte educativo, pela motivação constante, pela partilha de valores humanos e pelo apoio incondicional que sempre me deram. Obrigado!

"Step by step. I can't see any other way of accomplishing anything"

Michal Jordan

RESUMO

Objectivo: Estudar o grau de associação entre as rácios dos comprimentos dos dedos das mãos e os vários parâmetros morfológicos, maturacionais e ecocardiográficos em jovens judocas da selecção nacional de esperanças (14-16 anos).

Metodologia: Foram observados 28 judocas com 14-16 anos de idade. Consideraram-se variáveis morfológicas (massa corporal, estatura, altura sentado, pregas de gordura subcutânea e informação somática necessária à determinação do somatótipo), maturação (*maturity offset* e percentagem de estatura matura predita) e variáveis ecocardiográficas (parâmetros de dimensão da estrutura cardíaca para determinar a massa do ventrículo esquerdo e espessura parietal relativa). A análise de dados considerou a estatística descritiva. A associação entre dados foi realizada através do coeficiente de correlação de Spearman, com nível de significância igual ao menor a 0,01 ou 0,05.

Resultados: A associação entre a morfologia da mão esquerda e as medidas antropométricas sugere uma relativa importância da rácio 2D:4D como variável correlata da massa corporal (+ 0.3, n.s.) e da estatura (+ 0.38, $p \leq 0.05$). Em relação à mão direita, a rácio 3D:4D associa-se à estatura (+ 0.46, $p \leq 0.05$) e à massa corporal (+ 0.39, $p \leq 0.05$). A percentagem de massa gorda está associada inversamente às rácios 1D:2D e 1D:3D da mão esquerda, respectivamente, - 0.45, $p \leq 0.05$ e - 0.04, $p \leq 0.05$). Na mão direita a rácio com maior relação com a percentagem de massa gorda é a 1D:3D (- 0.40, $p \leq 0.05$). A espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo é a variável que mais se associa à morfologia da mão esquerda (1D:4D, $r = + 0.56$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.55$, $p \leq 0.01$) e da mão direita (1D:2D, $r = + 0.51$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.47$, $p \leq 0.05$). O diâmetro da aurícula esquerda está somente associado às rácios 3D:4D e 1D:4D da mão esquerda, respectivamente, + 0.33, n.s. e + 0.33, n.s.. Na associação entre as rácios das duas mãos, as correlações com maior magnitude envolvem sempre o primeiro dedo.

Conclusões: A massa muscular está associada à rácio 2D:4D da mão esquerda enquanto nos valores do somatótipo está associada a ambas as mãos. No que diz respeito aos parâmetros ecocardiográficos, existe uma grande associação com as rácios da mão esquerda, em particular nas medidas de espessura do coração, o que leva a crer que as rácios se associam mais às medidas de espessura do que dos diâmetros das cavidades. Não está determinado o valor informativo entre os dedos da mão esquerda e direita.

ABSTRACT

Aim: to study the level of association between the ratios of the lengths of the fingers and the various morphological, maturational and echocardiographic parameters in the judo national team (14 – 16 years).

Methodology: the sample included 28 judokas with 14 – 16 years of age. Were considered morphological variables (body weight, height, sitting height, skinfolds and somatic information necessary to determine somatotype), maturational variables (maturity offset and percentage of predict mature height) and echocardiographic variables (parameters of cardiac structure to determine left ventricular mass and relative wall thickness). The data analysis considered the descriptive statistics. The association between data was performed using the Spearman correlation coefficient, with significance level equal to the lesser of 0.01 or 0.05.

Results: The association between the morphology of the left hand and the anthropometric measurements suggested a relative important ratio 2D:4D as a variable correlate of body mass (+ 0.3, n.s.) and height (+ 0.38, $p \leq 0.05$). On the right hand, the ratio 3D:4D is associated with height (+ 0.46, $p \leq 0.05$) and body mass (+ 0.39, $p \leq 0.05$). The percentage of fat mass is inversely related to ratios 1D:2D e 1D:3D of the left hand, respectively, - 0.45, $p \leq 0.05$ and - 0.04, $p \leq 0.05$. In the right hand with the highest ratio compared with the percentage of fat mass is the ratio 1D:3D (- 0.40, $p \leq 0.05$). The thickness of the posterior wall of the left ventricle is the variable most strongly associated with the morphology of the left hand (1D:4D, $r = + 0.56$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.55$, $p \leq 0.01$) and right hand (1D:2D, $r = + 0.51$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.47$, $p \leq 0.05$). The diameter of the left atrium is only associated with the ratios 3D:4D and 1D:4D, respectively + 0.33, n.s e + 0.33, n.s.. In the association between the ratios of the two hands, the correlations with the greatest magnitude invariably involve the first finger.

Conclusions: Muscle mass is associated with ratio 2D:4D of the left hand while the values of somatotype are associated with both hand. Regarding echocardiographic parameters, there is a strong association with the ratios of the left hand, particularly in the thickness measurements of the heart, which suggests that the ratios are more associated with thickness measurements instead of the diameters of the cavities. Is not determined the informational value between the fingers of the left and right hand.

ÍNDICE GERAL

<u>LISTA DE TABELAS.....</u>	<u>VII</u>
<u>ABREVIATURAS.....</u>	<u>IX</u>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA</u>	<u>4</u>
2.1. CRESCIMENTO, MATURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	4
2.2. MATURAÇÃO BIOLÓGICA E INDICADORES MATURACIONAIS	4
2.2.1. MATURAÇÃO SOMÁTICA	5
2.3. MORFOLOGIA EXTERNA	6
2.3.1. VARIAÇÃO DA ESTATURA, MASSA CORPORAL E ADIPOSIDADE.....	6
2.3.2. VARIAÇÃO DO SOMATÓTIPO	7
2.3.3. VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	8
2.4. PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS	8
2.4.1. ALTERAÇÕES MORFO-FUNCIONAIS DO CORAÇÃO	8
2.4.2. PARÂMETROS DIRECTOS E INDIRECTOS DE DIMENSÃO DA ESTRUTURA CARDÍACA	9
2.4.3. MÉTODOS, EVIDÊNCIAS E LIMITAÇÕES	10
2.5. COMPOSIÇÃO CORPORAL	10
2.5.1. IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA (BIA)	12
2.6. MEDIDAS LINEARES DOS DEDOS DAS MÃOS.....	13
2.7. ESTUDOS COM JOVENS ATLETAS.....	14
2.7.1. MORFOLOGIA EXTERNA.....	14
2.7.2. ESTUDOS ECOCARDIOGRÁFICOS	15
<u>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA</u>	<u>16</u>
3.1. AMOSTRA.....	16
3.2. VARIÁVEIS E ADMINISTRAÇÃO DOS TESTES	16
3.2.1. ANTROPOMETRIA DE SUPERFÍCIE E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS COMPOSTAS.....	16
3.2.2. AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA.....	17
3.2.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL	18

3.2.4. MATURAÇÃO BIOLÓGICA.....	19
3.2.5. MEDIDAS LINEARES DOS DEDOS E RÁCIO DAS DESSAS MESMAS MEDIDAS	20
3.3. PROCEDIMENTOS	20
3.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	21
<u>CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</u>	<u>22</u>
4.1. ESTUDO DESCRITIVO DA AMOSTRA.....	22
4.2. ESTUDO CORRELATIVO.....	25
<u>CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</u>	<u>31</u>
<u>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....</u>	<u>34</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>36</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>46</u>
ANEXO 1	47
<i>VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS</i>	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Alterações na percentagem de massa gorda e na percentagem dos constituintes da massa não gorda desde o nascimento até aos 10 anos de idade, segundo dados de Foman <i>et al.</i> , 1982 (Tabela adaptada de Loan, 1996).	11
Tabela 2. Valores médios encontrados para a estatura, massa corporal e somatótipo em alguns estudos realizados com jovens atletas.	15
Tabela 3. Valores médios encontrados para as variáveis ecocardiográficas em alguns estudos realizados com jovens atletas.	15
Tabela 4. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis cronobiológicas.	22
Tabela 5. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis antropométricas simples.	22
Tabela 6. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis antropométricas compostas.	23
Tabela 7. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para a composição corporal.	23
Tabela 8. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis ecocardiográficas.	24
Tabela 9. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as medidas lineares dos dedos da mão esquerda e direita.	24
Tabela 10. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as rácios entre as medidas lineares dos dedos para cada uma das mãos.	25
Tabela 11. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis de maturação biológicas	26
Tabela 12. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis de maturação biológicas.	26
Tabela 13. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis da morfologia externa.	27

Tabela 14. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis da morfologia externa.	27
Tabela 15. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis da composição corporal.....	28
Tabela 16. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis da composição corporal.....	28
Tabela 17. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis ecocardiográficas.....	29
Tabela 18. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis ecocardiográficas.....	30
Tabela 19. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as da mão direita.	30

ABREVIATURAS

ADJC	Associação Distrital de Judo de Coimbra
AEd	Diâmetro da aurícula esquerda na diástole
DC	Débito Cardíaco
Ecto	Ectomorfismo
Endo	Endomorfismo
EPR	Espessura parietal relativa
FCDEF-UC	Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra
FPJ	Federação Portuguesa de Judo
IPR	Índice Ponderal Recíproco
Meso	Mesomorfismo
MG	Massa Gorda
MHz	<i>Megahertz</i>
MNG	Massa não Gorda
MVE	Massa ventricular esquerda
PPVEd	Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole
PVC	Pico de Velocidade Crescimento
Rod	Diâmetro da raiz da aorta na diástole
SAE	Sociedade Americana de Ecocardiografia
SC	Superfície corporal
SId	Espessura do septo interventricular na diástole
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
VE	Ventrículo esquerdo
VEd	Diâmetro do ventrículo esquerdo na diástole
VEs	Diâmetro do ventrículo esquerdo na sístole

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O desporto é hoje em dia um fenómeno central em muitas sociedades. No que respeita ao desporto infanto-juvenil, está razoavelmente bem determinado que existe um número consideravelmente significativo de crianças e adolescentes a participar em programas de desporto organizado. Muitas dessas crianças e adolescentes aspiram atingir a excelência desportiva (Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008). Por todo o mundo, jovens crianças vivem sob a ilusão de chegar a um clube de elite ou obter sucesso internacional mas esta é uma realidade restrita a uma minoria desses jovens desportistas. A aproximação de profissionais ao treino de crianças e jovens e as enormes implicações financeiras que acarreta o “descobrimento de uma futura estrela”, tem incentivado treinadores, pais e dirigentes a apoiar programas de desenvolvimento a longo prazo (Stratton, Relly, Williams, & Richardson, 2004). Assim se explica, em parte, porque um número cada vez mais abundante de organizações, federações nacionais, equipas de elite e clubes investem recursos consideráveis num esforço de identificar atletas excepcionalmente dotados e dessa forma assegurar a produção contínua de executantes de elite.

O desempenho nas várias modalidades desportivas mostra diferenças inter-sexuais, tendendo o sexo masculino a obter melhores resultados. Os factores causais subjacentes ao dimorfismo sexual no desporto são provavelmente multifactoriais e incluem variáveis morfológicas, como a estatura, massa corporal, massa muscular, variáveis fisiológicas, tais como a força, o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx), o limiar anaeróbio, e variáveis sociais, tais como a aceitabilidade da formação regular no sexo masculino (Helgerud, 1994; Helgerud, Ingjer, & Stromme, 1990). Muitas dessas diferenças inter-sexuais podem surgir como resultado de diferenças substanciais na produção de testosterona pré-natal e adulta (Hoekstra, Bartels, & Boomsma, 2006). A testosterona pré-natal resulta em mudanças organizacionais a longo prazo no cérebro e na fisiologia, enquanto os níveis de testosterona adulta têm efeitos activos a curto prazo. Nos atletas adolescentes e adultos, os níveis circulatórios de testosterona podem ser medidos directamente, mas os níveis organizacionais apenas podem ser medidos pela correlação indirecta da testosterona fetal. A testosterona pré-natal está possivelmente relacionada com o rácio 2D:4D (Bennett, Manning, Cook, & Kilduff, 2010; Honekopp,

J, & Muller, 2006; Jurimae *et al.*, 2008; Visnapuu & Jurimae, 2007; Voracek, Reimer, & Dressler, 2010). Recentemente, foi sugerido que o rácio 2D:4D pode ser considerado um biomarcador de magnitude de exposição androgénica pré-natal (Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998), tendo ainda sido referido que a testosterona pré-natal promove o crescimento do dedo anelar, enquanto o estrogénio promove o crescimento do indicador (Manning, 2002a). Ao longo dos últimos anos, têm surgido na literatura diversas evidências que suportam a hipótese de que a rácio 2D:4D é um marcador somático válido. Manning & Taylor (2001) encontraram diferenças sexuais neste indicador tanto em amostras distintas, como em etnias e regiões geográficas diversificadas. Voracek, Reimer & Dressler (2010), constataram que as diferenças sexuais a nível desta rácio parecem ser determinadas por volta da 14^a semana de gestação, sendo igualmente encontradas em crianças com 2 anos, não apresentando alterações posteriores durante o crescimento e a puberdade.

Como foi referido anteriormente, os efeitos da exposição fetal à testosterona pré-natal são muito abrangentes, incluindo vários efeitos extra-genitais, alguns dos quais, mais tarde, podem eventualmente condicionar a performance. Com efeito, os altos níveis de testosterona promovem o desenvolvimento de um eficiente sistema cardiovascular, bem como das capacidades condicionais (resistência aeróbia, velocidade, força) e dos *skills* motores (habilidades). De facto, a testosterona tem sido referida como uma das hormonas mais importantes para aumentar a massa muscular, dado os potentes efeitos anabólicos no sistema músculo-esquelético, aumentando a massa magra, promovendo a hipertrofia das fibras musculares e o aumento da força muscular (Evans, 2004).

Estudos anteriores encontraram associações significativas entre a rácio 2D:4D e variáveis sexuais, psicológicas e comportamentais em atletas de várias disciplinas (Manning & Taylor, 2001). Estudos longitudinais mostram que os valores da rácio 2D:4D são relativamente estáveis durante o crescimento, ou seja, a rácio 2D:4D das crianças está fortemente relacionado com a rácio 2D:4D dos jovens e dos adultos (McIntyre, Ellison, Lieberman, Demerath, & Towne, 2005; Trivers, Manning, & Jacobson, 2006).

O presente estudo foi desenhado para caracterizar os jovens judocas de elite de 14-16 anos quanto aos seus parâmetros morfológicos, maturacionais e

ecocardiográficos; estudar o grau de associação entre as razões dos comprimentos dos dedos das mãos e os vários parâmetros morfológicos, maturacionais e ecocardiográficos.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Crescimento, maturação e desenvolvimento

Nas primeiras duas décadas de vida, as crianças e adolescentes experimentam três processos interactivos: crescimento, maturação e desenvolvimento. Estes termos são normalmente tratados de forma indistinta, embora se reportem a ocorrências de natureza distinta (Malina, 2003). Para Malina, Bouchard & Bar-Or (2004), o crescimento é um incremento do tamanho do corpo como um todo ou partes específicas. Diferentes partes do corpo crescem em momentos e a ritmos distintos implicando alterações ao nível da proporcionalidade, composição e forma. A maturação é um processo individualizado, pois como Malina *et al.* (2004) referem os indivíduos diferem consideravelmente nas suas taxas de maturação. Estão envolvidos muitos factores que interagem entre si desde o momento da concepção até ao alcance da maturidade biológica (Malina *et al.*, 2004; Stratton *et al.*, 2004). Estes autores acrescentam ainda que a única forma de uma criança se tornar um adulto, é através dos processos de crescimento e de maturação. No entanto, estes processos assumem uma grande plasticidade, já que são influenciados por uma grande variedade de factores ambientais. O desenvolvimento é um processo associado à aquisição de competências sociais, numa variedade de domínios inter-relacionados, em que a criança se adapta à sociedade (Malina & Bouchard, 1991).

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

2.2. Maturação biológica e indicadores maturacionais

O conceito de maturação biológica é facilmente entendido se admitirmos que cada indivíduo é provido de um relógio biológico que regula os processos endógenos na sua progressão até à idade adulta (Coelho e Silva, Figueiredo, Gonçalves, & Ramos, 2002). É responsável pela introdução de uma considerável força de variância na morfologia e na aptidão desportiva motora (Malina & Bouchard, 1991). Os indicadores de maturação biológica mais utilizados são: a maturação esquelética, sexual e somática.

2.2.1. Maturação somática

A maturação somática através do pico de velocidade de crescimento (PVC) constitui um excelente indicador do estado de maturação, mas requer a recolha de dados longitudinais (Malina *et al.*, 2004).

Idade no pico de velocidade de crescimento

O salto de crescimento pubertário coincide com um conjunto de eventos, dos quais se destaca o pico de velocidade de crescimento em estatura (PVC). O momento (idade) em que ocorre o PVC em estatura é considerado como indicador maturacional (Malina, 1989; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton *et al.*, 2004). O salto de crescimento pubertário em estatura, nos rapazes, tem o seu início por volta dos 12 anos, atinge o pico de taxa de crescimento sensivelmente aos 14 anos e termina por volta dos 18 anos. Nas raparigas estas ocorrências tendem a acontecer mais cedo, cerca de dois anos relativamente ao que acontece nos rapazes registando-se uma magnitude do PVC em estatura superior no sexo masculino. A definição do PVC em estatura tem sido utilizada como referência para enquadrar as taxas de crescimento de outras variáveis somáticas e funcionais (Malina *et al.*, 2004; Philippaerts *et al.*, 2006).

Maturity offset

É o indicador de maturação somática mais utilizado em estudos longitudinais com adolescentes. Permite-nos saber a idade em que ocorre o ponto de crescimento máximo. Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen (2002) usaram o padrão de distribuição temporal do PVC da estatura, da altura sentado e do comprimento dos membros inferiores para testar uma metodologia não invasiva de determinação da distância a que um indivíduo se encontra do PVC em estatura (*maturity offset*). Sherar, Mirwald, Baxter-Jones & Thomis (2005) destacam a economia deste método que recorre, apenas, à medição de três variáveis antropométricas (estatura, altura sentado e massa corporal), para além da idade cronológica, já que o comprimento dos membros inferiores é estimado através da subtração da altura sentado à estatura. Com vista à determinação do *maturity offset*, recorre-se à fórmula proposta por Mirwald *et al.* (2002), que estima a

distância, em anos, a que o sujeito se encontra do PVC em estatura, podendo esse valor ser negativo (se ainda não atingiu o PVC em estatura) ou positivo (se já ultrapassou o PVC em estatura).

Porcentagem da estatura matura predita

Outro indicador da maturação somática é a porcentagem da estatura matura predita alcançada num determinado momento. Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maturo quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta. Para recorrer a este indicador é necessário obter registos longitudinais e proceder ao tratamento dos dados retrospectivamente, uma vez que é necessário “esperar” que os sujeitos em observação atinjam a idade adulta (Baxter-Jones, Eisenmann, & Sherar, 2005; Beunen, 1989; Malina *et al.*, 2004). Enquanto os métodos não invasivos (sem recurso à idade óssea, logo sem necessidade de radiografia) utilizam a matriz de cálculo proposta pelo método Roche-Wainer-Thissen, Khamis & Roche (1994) sugerem novas fórmulas para a determinação da estatura matura sem recurso à idade óssea. As variáveis utilizadas são idênticas aos métodos anteriores (estatura, massa corporal e estatura média parental) sendo os coeficientes para o cálculo da estatura matura predita específicos de cada idade.

2.3. Morfologia externa

A antropometria permite a quantificação das dimensões externas do corpo humano, por um conjunto de técnicas de medidas sistematizadas, posições de medida normalizadas e recurso ao uso de instrumentos apropriados (Classens, Beunen, & Malina, 2000). Adicionalmente à informação específica de cada medida antropométrica, estas podem ser relacionadas na forma de índices ou rácios, normalmente dividindo a maior medida pela menor.

2.3.1. Variação da estatura, massa corporal e adiposidade

De acordo com Bayley & Mirwald (1986), a estatura e a massa corporal alteram-se consideravelmente durante o processo normal de crescimento, sobretudo na fase

pubertária e pós-pubertária sendo, por isso, extremamente difícil separar as alterações que são devidas ao treino daquelas que estão associadas ao crescimento e à maturação. Os incrementos de estatura dependem do aumento do tamanho do tronco e dos membros inferiores, estando estas estruturas sujeitas a ritmos de crescimento diferenciados.

Malina, Bouchard & Bar-Or (2004), referem que um rápido crescimento das extremidades inferiores é uma característica do início do salto pubertário, referindo ainda, que as idades do *take-off* para o comprimento dos membros inferiores e da altura sentado diferem cerca de 0.1 anos, enquanto a idade de ocorrência d PVC entre estas variáveis difere em cerca de um ano. O PVC para a massa corporal acontece, em média, 0.4 anos após o PVC para a estatura (Iuliano-Burns, Mirwald, & Bailey, 2001).

Até aos 5 ou 6 anos de idade, as crianças acumulam mais gordura subcutânea nas extremidades do que no tronco. A partir desta idade vão acumulando, também, gordura subcutânea na parte superior do corpo. Durante o salto pubertário os rapazes sofrem um incremento de gordura no tronco, ao mesmo tempo que decresce a adiposidade nos membros (Malina *et al.*, 2004).

2.3.2. Variação do somatótipo

Existem vários estudos na temática da somatotipologia em crianças e jovens, sendo que, o principal método utilizado é o de Heath e Carter (1990). De acordo com Malina e Bouchard (1991), as crianças que são classificadas como avançadas na maturação denotam predominância do mesomorfismo e endomorfismo, contudo o mesomorfismo e o endomorfismo isolados perdem a capacidade preditiva. Os mesmos autores, referem que nos rapazes atletas a tendência para aumentar em mesomorfia é um fenómeno evidente da adolescência até à idade adulta. No entanto, é importante fazer notar a variação inter-individual pois é comum encontrar, dentro da mesma faixa etária (tendo como referência a idade cronológica), grupos muito heterogéneos (Carter & Heath, 1990)

2.3.3. Variação da composição corporal

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

2.4. Parâmetros ecocardiográficos

Segundo uma perspectiva morfo-funcional, a estrutura cardíaca, no geral e o ventrículo esquerdo (VE), em particular, encerram uma grande importância (D'Andrea *et al.*, 2002; Ebine *et al.*, 1993; George, Gates, Birch, & Campbell, 1999; Haykowsky, Quinney, Gillis, & Thompson, 2000; Rodrigues *et al.*, 2006; Whyte *et al.*, 2000).

2.4.1. Alterações morfo-funcionais do coração

Após o nascimento, o volume do coração é de aproximadamente 40 cm³. Na fase adulta, o volume pode chegar aos 600-800 cm³. Durante a vida fetal, o lado direito e esquerdo do coração apresentam o mesmo volume, situação que se altera significativamente após o nascimento, à medida que o lado esquerdo, em particular o VE, cresce mais rapidamente que o lado direito. A hipertrofia do VE relativa ao ventrículo direito, está relacionada com o facto de este bombear sangue contra uma maior pressão ou resistência (Spirito *et al.*, 1994). Malina *et al.* (2004) referem que a massa do VE é similar em rapazes e raparigas até aos 9-12 anos de idade. Posteriormente aumenta mais rápido nos rapazes, mesmo quando expressa pela massa corporal.

Os atletas constituem um grupo de indivíduos submetidos a intensa exposição ao exercício físico, ao qual respondem com inúmeras alterações morfo-fisiológicas e funcionais. Estas alterações a nível cardiovascular ocorrem tanto a nível central como periférico e manifestam-se primariamente pela diminuição da frequência cardíaca, tanto em repouso como em esforço, e pelo aumento das dimensões cardíacas, nomeadamente o aumento das dimensões telediastólicas do VE e a hipertrofia (aumento da espessura da

parede) ventricular esquerda, que ocorre proporcionalmente ao aumento do diâmetro do VE.

A evidência de que o coração de um atleta de elite pode diferir de não atletas, é uma certeza constatada, em que a variabilidade de alterações hemodinâmicas e electrofisiológicas se estende à modalidade praticada e aos regimes de treino (Pluim, Zwinderman, Van der Laarse, & Van der Wall, 2000; Spirito *et al.*, 1994; Whyte, George, Nevill *et al.*, 2004). Um atleta pode impor dois tipos de carga ao coração, dependendo do tipo de desporto que pratica: isotónico (dinâmico) ou isométrico (estático). No exercício dinâmico existe um grande número de músculos em carga, sendo portanto necessários maiores consumos de oxigénio, pressupondo aumento do débito cardíaco (DC), ocorrendo então uma sobrecarga de volume no VE, que origina o alargamento e hipertrofia ventricular esquerda. No exercício estático a necessidade energética é essencialmente anaeróbia, de explosão, o que impõe uma sobrecarga de pressão ao coração levando a aumentar mais especificamente a sua massa muscular sem necessidades de aumento de volumes. Na prática quase todos os desportos relacionam os dois tipos de exercício, daí que se obtenha um aumento das dimensões das estruturas cardíacas acompanhada de hipertrofia simétrica (Cotrim *et al.*, 2005).

2.4.2. Parâmetros directos e indirectos de dimensão da estrutura cardíaca

O efeito do treino desportivo na estrutura cardíaca foi, inicialmente, caracterizado como hipertrofia fisiológica do VE, manifestada por aumento do diâmetro da cavidade e dos volumes telediastólicos (no final da diástole) e telesistólicos (no final da sístole), e/ou pela espessura da parede posterior e do septo interventricular em diástole, dependendo das cargas hemodinâmicas impostas ao coração (D'Andrea *et al.*, 2002; Pelliccia, Maron, Culasso, Spataro, & Caselli, 1996; Pluim *et al.*, 2000; Whyte *et al.*, 2000)

A massa do VE, como parâmetro indirecto, tem sido calculada (Eisenmann, Malina, Tremblay, & Bouchard, 2007) com recurso à fórmula desenvolvida na Universidade da Pensilvânia, segundo um critério que não incluía as margens nas medidas das espessuras parietais, mas considerava-as parte da cavidade ventricular (Devereux & Reichek, 1977). Este método tende a subestimar a massa do VE, quando

comparado ao método proposto pela Sociedade Americana de Ecocardiografia (SAE). A SAE definiu um novo critério, que é actualmente recomendado como padrão de referência para a estimativa da massa do VE pelo Modo-M e que utiliza a “*leading edge*” do septo interventricular e da parede posterior do miocárdio (Sahn, DeMaria, Kisslo, & Weyman, 1978). Por fim Devereux, Casale, Eisenberg, Miller & Kligfield (1984) propuseram uma nova equação ajustada e validada (Devereux *et al.*, 1986), que ficou conhecida como a fórmula cúbica da SAE modificada por Devereux.

2.4.3. Métodos, evidências e limitações

A ecocardiografia, nos últimos trinta anos, revolucionou a investigação cardiológica. De maneira não-invasiva, cada vez mais se ampliou o acesso à anatomia, à fisiologia e às doenças do coração. Desde a introdução da técnica unidimensional (Modo-M) e, progressivamente, com a ecocardiografia bidimensional (Doppler), diferentes metodologias foram sendo acrescentadas na busca da optimização do exame cardiológico pelo ultra-som, e todas foram consolidadas na prática clínica. Entre as técnicas mais recentes, destaca-se a ecocardiografia tridimensional em tempo real. Pesando o facto de as técnicas originais do Modo-M terem sido substituídas por novas e melhoradas técnicas de imagem, mantêm-se como uma parte fundamental do exame ultra-sónico do coração. A sua maior e eficaz taxa de amostragem (quando comparada com a ecocardiografia a 2D) é bastante útil para precisar a ocorrência de acontecimentos cardíacos (Singh & Goyal, 2007).

2.5. Composição corporal

Distintos autores consideram a composição corporal como uma das dimensões da aptidão física relacionada com a saúde (Costa, 2001), em virtude da íntima relação da quantidade e distribuição de gordura corporal com as alterações registadas ao nível da aptidão física e do estado de saúde.

A importância da avaliação da composição corporal assenta no facto de a massa corporal por si só, não constituir um parâmetro conclusivo para a definição de carências ou excessos dos componentes corporais (Costa, 2001). A quantidade de gordura

corporal é quantificada mediante o acesso aos valores de massa gorda (MG) e de massa não gorda (MNG) de um indivíduo (Heyward & Stolarczyk, 1996). A MG inclui todos os lípidos extraíveis do tecido adiposo e outros tecidos. A MNG consiste em todos os tecidos residuais e químicos, água, músculo, osso, tecido conjuntivo e órgãos incluídos. Sendo o corpo humano um organismo complexo composto por uma variedade de tecidos que mudam com o desenvolvimento, a maturação e a idade (Lohman, 1986), é importante compreender como é que estes diferentes compartimentos podem ser afectados pela idade, em particular durante a adolescência, pois é sobretudo nesta fase que se dão as maiores alterações à composição corporal. Estas alterações incluem, por exemplo, uma diminuição dos valores de água na massa magra bem como um aumento do seu conteúdo mineral e proteico, com consequências determinantes para a sua densidade.

Aliás, desde o nascimento até aos 10 anos de idade, a composição corporal sofre alterações quer na percentagem de massa gorda quer na percentagem dos constituintes da massa não gorda, o que se pode confirmar através da leitura da Tabela 1.

Tabela 1. Alterações na percentagem de massa gorda e na percentagem dos constituintes da massa não gorda desde o nascimento até aos 10 anos de idade, segundo dados de Foman *et al.*, 1982 (Tabela adaptada de Loan, 1996).

Idade	Peso (kg)	MG (%)	Componentes da MNG		
			Água Total (%)	Proteína (%)	Mineral (%)
Nascimento	3.5	14.0	80.6	15.0	3.7
1 mês	4.2	15.5	80.5	15.1	3.7
6 meses	7.7	26.0	79.5	16.0	3.7
1 ano	10.1	23.0	79.0	16.6	3.7
5 anos	18.1	15.6	77.0	18.2	4.0
10 anos	32.0	16.5	76.0	19.0	4.3

De acordo com Lohman (1986), há que considerar, portanto, variações na composição e densidade da massa magra durante o crescimento e a maturação, facto corroborado por diversos estudos recentes, tendo como base modelos de composição corporal quer de nível anatómico quer de nível químico. Este autor afirma que é sobretudo a magnitude do desvio em relação aos valores de referência da composição da massa magra a responsável pela precisão da estimativa da densidade dos seus

componentes e não tanto os erros de medida da densidade corporal. Há que, então, ter cautela na assunção da invariabilidade da composição da massa magra.

2.5.1. Impedância Bioelétrica (BIA)

A impedância bioelétrica ou bioimpedância é um método de avaliação da composição corporal rápido, não invasivo e relativamente barato, cujos princípios foram estabelecidos por Thomasett, investigador pioneiro nos anos 60 do século passado. A impedância é uma extensão da Lei de Ohm, segundo a qual “ (...) a resistência de um condutor não biológico a uma corrente eléctrica é directamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua secção. “. Os tecidos biológicos funcionam como condutores e a corrente eléctrica segue o caminho que oferecer menos resistência. A uma frequência de baixa intensidade (~1kHz) a corrente apenas passa pelos fluidos extracelulares mas, a uma frequência mais elevada (500kHz a 800kHz), penetra a membrana celular e passa através dos fluidos intracelular e extracelular (Heyward & Stolarczyk, 1996). Uma vez que a gordura é um pobre condutor da corrente eléctrica, pela quantidade reduzida de água que contém, a impedância corporal total, medida a uma frequência de 50kHz reflectirá, em primeiro lugar, os volumes de água e os compartimentos de massa muscular contidos na MNG e o volume de água extracelular.

A impedância é uma função da resistência (R) e da reactância (X_c) em que $Z=(R^2+X_c^2)^{0.5}$. A resistência é uma medida de pura oposição da corrente através do corpo, enquanto a reactância, de valor muito menor, é a oposição de corrente da resposta produzida pela membrana celular. Por este motivo R é considerada melhor preditor da MNG (Lohman, 1986) do que Z e alguns modelos de BIA para a estimação da MNG e da água corporal total utilizam o índice de resistência (E^2/R), em que E é a estatura do sujeito, em detrimento de E^2/R .

O volume total da água corporal poderá ser estimado pelo índice de resistência na condição dos eléctrodos serem colocados nos tornozelos e nos pulsos, permitindo a aplicação do método mais adequado para calcular, directamente, a MNG e, indirectamente, a MG (total e percentual). A água corporal total poderá ser estimada a

partir da mediação da impedância porque os electrólitos presentes na água corporal são excelentes condutores da corrente eléctrica. Quando o volume de água corporal total é elevado a corrente flui mais facilmente pelo corpo, i.e., com menor resistência. A resistência eléctrica será mais elevada em indivíduos com grande quantidade de gordura corporal, uma vez que o tecido adiposo se apresenta, por conter menor quantidade relativa de água, como um fraco condutor de corrente eléctrica.

Como a água contida na MNG é relativamente elevada (73,8% no corpo de referência), poderá ser estimada a partir do volume de água corporal total. Indivíduos com valores elevados de MNG e de água corporal total apresentam menor resistência à corrente eléctrica em comparação com os que possuem menores quantidades de MIG.

O método de BIA apresenta algumas limitações, por considerar que o corpo humano é um condutor homogéneo ou uniforme, o que na realidade não se verifica devido à sua geometria e às propriedades físicas e químicas dos seus constituintes.

2.6. Medidas lineares dos dedos das mãos

Sabe-se que o desenvolvimento do sistema urinário/genital está intimamente relacionado com o desenvolvimento dos dedos, pois ambos são regulados pelos genes *homeobox (Hox)*. Estes genes são progressivamente regulados através das hormonas (incluindo efeitos da testosterona) (Daftary & Taylor, 2006; Mortlock & Innis, 1997). Portanto, os padrões morfológicos dos dedos podem, pelo menos em parte, reflectir a acção androgénica pré-natal. Estas observações levaram à sugestão de que o dimorfismo sexual nas relações das rácios dos dedos pode estar correlacionado com os padrões ontogenéticos na formação das gónadas e suas condutas, incluindo a produção antecipada de esteróides sexuais nas gónadas (Manning, 2002a; Manning & Fink, 2008; Manning *et al.*, 1998).

No âmbito da Antropologia Física, indicador de Anatomia, a rácio entre o dedo indicador e o dedo anelar (rácio 2D:4D) é um dimorfismo sexual, cujo valor tende a ser menor no sexo masculino (Peters, Mackenzie, & Bryden, 2002). Recentemente, foi sugerido que esta rácio pode ser considerado um biomarcador da magnitude de exposição androgénica pré-natal (Manning, 2002a), tendo ainda sido referido que a

testosterona pré-natal promove o crescimento do dedo anelar, enquanto o estrogénio promove o crescimento do dedo indicador. Adicionalmente, a rácio 2D:4D tem demonstrado uma correlação significativa com uma série de variáveis sexo-dependentes e hormonalmente influenciáveis, nomeadamente, desportivas, comportamentais, cognitivas, características somáticas, de personalidade e de parâmetros relacionados com a fertilidade e sexualidade (Cohen-Bendahan, van de Beek, & Berenbaum, 2005; Manning, 2002b; Tlauka, Williams, & Williamson, 2008). No entanto, as vias de desenvolvimento específicas, através das quais o 2D:4D é afectado pelos androgénios pré-natais, ainda necessitam de ser identificadas.

Como foi referido anteriormente, os efeitos da exposição fetal à testosterona pré-natal são muito abrangentes, incluindo vários efeitos extra-genitais, alguns dos quais, mais tarde, podem eventualmente condicionar a performance. Com efeito, os altos níveis de testosterona promovem o desenvolvimento de um eficiente sistema cardiovascular, bem como das capacidades funcionais tais como a resistência aeróbia, velocidade e força. De facto, a testosterona tem sido referida como uma das hormonas mais importantes para aumentar a massa muscular, dado os potentes efeitos anabólicos no sistema músculo-esquelético, aumentando a massa magra, promovendo a hipertrofia das fibras musculares e o aumento da força muscular (Evans, 2004). Convém salientar que o diâmetro muscular nos homens é, normalmente, superior ao das mulheres, uma vez que é positivamente influenciado pela presença de testosterona.

2.7. Estudos com jovens atletas

2.7.1. Morfologia externa

Hoje em dia existem muitos estudos que procuram caracterizar a população jovem analisando o tamanho corporal, através da estatura e da massa corporal. Na Tabela 2 está demonstrado um conjunto de estudos realizados com jovens atletas, e os seus valores para a estatura, massa corporal e somatótipo.

Tabela 2. Valores médios encontrados para a estatura, massa corporal e somatótipo em alguns estudos realizados com jovens atletas.

Estudo	Idade (anos)	n	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Somatótipo			
					Endo	Meso	Ecto	
Malina <i>et al.</i> (2000)	Futebol (elite)	15.7	36	174	64.1	-	-	3.2
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003).	Futebol	13.9	37	164.0	52.5	3.0	4.3	3.6
	(sub-elite)	16.1	29	172.5	63.8	2.8	4.5	3.1
Franchini, Takito, Kiss (2000)	Judocas(local)	15.6	8	173.5	64.0	2.2	4.7	3.2
Franchini, Takito, Bertuzzi (2005)	Judocas (elite)	16.7	13	180	89	-	-	-
Madeira <i>et al.</i> (2008)	Futebol e	15.9	12	171	58.3	-	-	-
	Natação (local)	15.9	12	175	64.2	-	-	-

2.7.2. Estudos ecocardiográficos

O treino muscular provoca adaptações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular que variam de acordo com o tipo, intensidade e duração do exercício (Huonker, Halle, & Keul, 1996) . Na Tabela 3 está apresentado um conjunto de estudos realizados com jovens atletas, e os seus valores para as variáveis directas e indirectas da ecocardiografia.

Tabela 3. Valores médios encontrados para as variáveis ecocardiográficas em alguns estudos realizados com jovens atletas.

Estudo	Idade (anos)	n	VEd	VEs	SI _d	AE _d	MVE	EPR	
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(#)	
Eisenmann <i>et al.</i> (2007)	Adolescentes saudáveis	14.0	66	47.8	-	8.1	7.4	153.3	-
Whyte <i>et al.</i> (2000)	Judocas (Elite)		31	52.7	32.1	10.6	-	264	-
Makan <i>et al.</i> (2005)	Atletas de elite	15.7	900	50.8	-	9.6	32.7	-	-
Basavarajiah <i>et al.</i> (2007)	Ténis (sub-elite)	14.8	152	49.9	32.5	9.4	-	226	-
Madeira <i>et al.</i> (2008)	Futebol e	15.9	12	47.6	28.7	8.9	-	146.7	0.38
	Natação (local)	15.9	12	53.6	32.7	9.0	-	177.0	0.33

Legenda: VEd – Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo; VEs – Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo; SI_d – Espessura do septo interventricular em diástole; AE_d – Diâmetro da aurícula esquerda; MVE – Massa ventricular esquerda; EPR – Espessura parietal relativa.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1. Amostra

Esta investigação contou com a participação de 28 jovens judocas do sexo masculino, do escalão de esperanças masculinos, ou seja, com idades compreendidas entre os 14 e 16 anos. Os 28 atletas avaliados, pertencentes à Seleção Nacional de Judo do escalão etário referido, são provenientes de 19 clubes, a saber: Oficinas de S. José, Casa de Benfica de Santarém, Judo Clube São Jorge, Clube Naval do Funchal, Sport Algés e Dafundo, Escola de Judo Nuno Delgado, Judo Clube de Viseu, Escola de Judo de Pombal, Judo Clube de Riachos, União Mucifalense, Judo Clube da Marinha Grande, Universidade Lusófona, Academia Almadense, Clube Atlético de Alvalade, AIRFA, Fabril Barreiro, Judo Clube de Beja, Escola Dr. Rui Grácio e Judo Clube de Lisboa.

3.2. Variáveis e administração dos testes

3.2.1. Antropometria de superfície e medidas antropométricas compostas

As medidas antropométricas dos sujeitos foram avaliadas pelo mesmo investigador experimentado e de acordo com os procedimentos apresentados por Lohman, Roche e Martorell (1988). Todas as medições foram realizadas à mesma hora do dia, e com a colaboração de uma segunda pessoa, que teve como função o registo no computador. As variáveis antropométricas consideradas foram: massa corporal, estatura, altura sentado, comprimento dos membros inferiores (dado pela subtração da altura sentado à estatura), perímetro braquial máximo e geminal, diâmetro bicristal, biacromial, bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral e as pregas de gordura subcutânea tricipital, subescapular, suprailíaca e geminal medial. Dentro das medidas antropométricas compostas, foram calculados os índices de androginia e o índice ponderal recíproco. Para a determinação do somatótipo utilizaram-se os procedimentos previstos por Heath & Carter (1990) quanto ao endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo. Procedeu-se

à soma de prega de gordura subcutânea para obter um critério de adiposidade. Todo o protocolo antropométrico pode ser consultado no Anexo 1.

3.2.2. Avaliação ecocardiográfica

A avaliação da morfologia e função cardíaca foi realizada através do ecocardiograma transtorácico na posição de decúbito lateral esquerdo. Utilizou-se um aparelho *General Electric Vivid 3 ultrasound system*, com uma sonda de 1.5-3.6 MHz. Foram avaliadas as dimensões das cavidades cardíacas em repouso, seguindo as recomendações da SAE (Sahn *et al.*, 1978), em que os parâmetros seleccionados tiveram em conta os estudos de referência para adolescentes saudáveis (Eisenmann *et al.*, 2007; Katzmarzyk, Malina, & Beunen, 1997) e para jovens atletas (Basavarajaiah *et al.*, 2007; Madeira *et al.*, 2008; Makan *et al.*, 2005; Sagiv & Ben-Sira, 2007). Todas as medições ecocardiográficas foram realizadas pela mesma pessoa (dimensões em mm). O diâmetro da raiz da aorta (RAD) foi determinado pelo Modo-M guiado pelo 2D. O diâmetro da aurícula esquerda (AEd) foi medido pela janela do eixo longo em parasternal esquerdo. Os diâmetros telediastólico e telesistólico do VE (VE_d e VE_s, respectivamente), as espessuras do septo interventricular (SI_d) e parede posterior do VE em diástole (PPVE_d), foram medidos através do eixo curto em parasternal esquerdo, mesmo por baixo da válvula mitral, de acordo com as recomendações da SAE (Sahn *et al.*, 1978). Com base nas dimensões anteriores determinou-se a massa do VE (MVE), estimada através da fórmula cúbica da SAE modificada por Devereux (Devereux *et al.*, 1986):

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

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

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

Com esta normalização obtivemos o Índice de MVE (g/m^2), em que o ponto de corte para definir hipertrofia ventricular é $\geq 125 \text{ g/m}^2$. Mediante o cálculo da Espessura Parietal Relativa (EPR), também é possível, distinguir um perfil concêntrico (≤ 0.44) ou excêntrico (> 0.44) do VE, seguindo o critério de Madeira *et al* (2008). Por fim, o débito cardíaco (DC) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{DC (l/m)} = \text{Frequência cardíaca (FC)} \times \text{Volume Sistólico (VS)}$$

3.2.3. Composição Corporal

A avaliação da composição corporal foi efectuada por Impedância Bioelétrica (BIA), com recurso a um analisador de frequência múltipla de método clássico mão-pé (*Akern*, modelo BIA101, *Aker Srl, Florence, Italy*, 2004) previamente calibrado para os valores de referência. Aos sujeitos foi requerido o cumprimento de alguns pré-requisitos, de modo a garantir que o seu estado de hidratação estivesse em homeostase:

- Não realizar exercício físico nas 24 horas precedentes;
- Estar em jejum ou pelo menos 4 horas sem comer ou beber;
- Não ingerir diuréticos (chá, café);
- Não beber álcool nas 48 horas anteriores;
- Esvaziar bexiga e intestinos.

Adicionalmente, solicitou-se que retirassem objectos metálicos do corpo (brincos, fios, etc.) e garantiu-se uma temperatura média ambiente de 23°C . Posteriormente, os sujeitos foram, um a um, deitados na posição de supinação com os membros superiores e inferiores em abdução com um ângulo de 45° , durante dez minutos. Após limpeza da pele com álcool, foram colocados quatro eléctrodos nas superfícies dorsais da mão e do pé esquerdo. Os eléctrodos injectores foram colocados no dorso da mão, na linha média próxima da articulação metacarpo-falângica e no dorso do pé na linha média próxima da articulação metatarso-falângica. Os eléctrodos receptores foram colocados na linha média do pulso entre as proeminências distais do rádio e do cúbito e, no tornozelo, na linha entre os maléolos. Assim, foram estimados os valores das seguintes variáveis: MG (absoluta e relativa), MNG (absoluta e relativa), metabolismo basal (kcal), índice de massa celular, massa celular (absoluta e relativa), massa muscular (absoluta e relativa),

água corporal total (absoluta e relativa), água intracelular (absoluta e relativa) e água extracelular (absoluta e relativa).

3.2.4. Maturação biológica

Maturação somática

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

$$\text{EMP (inches)} = \text{intercept} + [\text{estatura (inches)} \times (\text{coeficiente para estatura})] + [\text{massa corporal (pounds)} \times (\text{coeficiente para massa corporal})] + [\text{estatura média parental (inches)} \times (\text{coeficiente para a estatura média parental})]$$

Os coeficientes do método Khamis & Roche surgem em polegadas (inches) e libras (pounds), tendo sido necessário a sua conversão para o sistema métrico (1 kg equivale a 2.20 pounds e 1 cm equivale a 0.4 inches). O indicador maturacional é dado pela percentagem de estatura matura predita já alcançada no momento da medição:

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

Maturity offset

Na determinação deste indicador maturacional utilizámos a fórmula proposta por Mirwald *et al* (2002). Para esse efeito é necessário recolher a seguinte informação relativa ao observado: idade cronológica, massa corporal, estatura, altura sentado e comprimento dos membros inferiores. O resultado da equação estima a distância, em anos, a que o sujeito se encontra do PVC, podendo o valor ser negativo (se ainda não atingiu o PVC) ou positivo (se já ultrapassou o PVC).

$$\text{Maturity offset} = - 9.236 + (0.0002708 \times (\text{CMI} \times \text{AE})) - (0.001663 \times (\text{IC} \times \text{CMI})) + \\ (0.007216 \times (\text{IC} \times \text{AE})) + (0.02292 \times ((\text{MC} / \text{E}) \times 100))$$

3.2.5. Medidas lineares dos dedos e rácio das dessas mesmas medidas

Para a determinação do comprimento dos dedos foi utilizado o método usado por Visnapuu e Jürimae (2007). Foi pedido aos atletas para se sentarem confortavelmente numa cadeira e que colocassem a mão, esticada e com os dedos afastados, em cima de uma folha de papel. O esboço da mão foi desenhado no papel e pelo mesmo examinador. O mesmo procedimento foi utilizado para a outra mão.

O comprimento do dedo foi medido através da distância entre o pulso e a ponta dos dedos (fig. 1):

- 1º dedo (1D) – distância entre o pulso e a ponta do polegar;
- 2º dedo (2D) – distância entre o pulso e a ponta do dedo indicador;
- 3º dedo (3D) – distância entre o pulso e a ponta do dedo médio;
- 4º dedo (4D) – distância entre o pulso e o anelar;
- 5º dedo (5D) – distância entre o pulso e o dedo pequeno.

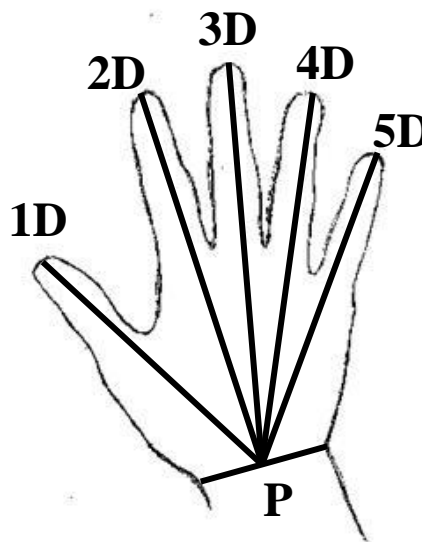


Figura 1 – Medição dos comprimentos lineares dos dedos da mão

Através dos comprimentos dos dedos, foram calculados as seguintes rácios: 1D:2D, 1D:3D, 1D:4D, 1D:5D, 2D:3D, 2D:4D, 2D:5D, 3D:4D, 3D:5D e 4D:5D.

3.3. Procedimentos

Numa primeira fase do estudo, entrou-se em contacto com a Federação Portuguesa de Judo (FPJ), tendo-lhes sido explicado todo o envolvimento da pesquisa e solicitada a

sua colaboração. Posteriormente, comunicou-se com o presidente da Associação Distrital de Judo de Coimbra (ADJC) para encontrar uma data em que fosse possível recolher os dados dos judocas da selecção nacional visto que, todos os anos, estes atletas têm por hábito reunir-se em Coimbra para uma prova e estágio do Circuito Europeu de Esperanças. Numa segunda fase do estudo, deu-se início à recolha dos dados dos atletas, durante o estágio de Coimbra, aproveitando o espaço do Hotel Dom Luís. Todas as medições foram efectuadas no espaço do Hotel Dom Luís tendo sido criados 2 sub-grupos de aproximadamente 15 atletas, um para cada dia. A dinâmica organizacional diária compreendeu-se entre as 8h e as 9h30, criando-se 3 estações de recolha de dados (antropometria, exame cardiográfico e bioimpedância eléctrica), onde os grupos de judocas iam trocando. Numa terceira fase do estudo, foi pedido aos atletas o envio da fotocópia do bilhete de identidade de cada progenitor, para se poder calcular a estatura matura predita.

3.4. Tratamento estatístico

O tratamento de dados foi executado com a utilização do programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), para Windows (versão 17.0). Para a caracterização da amostra, recorreu-se à estatística descritiva, através de parâmetros de tendência central (mínimo, máximo e média) e de dispersão (desvio padrão). Com o objectivo de explorar prováveis associações entre as rácios dos dedos e as variáveis apresentadas, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman, com nível de significância igual ou menor a 0,01 ou 0,05.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. Estudo descritivo da amostra

A Tabela 4 resume a estatística descritiva das variáveis maturacionais, idade cronológica e anos de prática desportiva.

Tabela 4. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis cronobiológicas.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica, anos	14.38	16.10	15.23	0.49
Anos de prática desportiva, anos	1.0	13.0	7.6	3.5
<i>Maturity offset</i> , anos	- 0.46	+ 3.08	1.18	0.84
Idade no PVC, anos	12.65	15.00	14.05	0.63
Estatura da mãe, cm	150	185	163.8	7.4
Estatura do pai, cm	160	186	175.4	6.4
Estatura matura predita, cm	164.7	189.5	177.7	5.4
% da estatura matura predita	91.3	100.9	96.5	2.4

Por sua vez, a Tabela 5 apresenta os valores descritivos de tendência central, dispersão, mínimo e máximo das variáveis antropométricas, sendo as medidas compostas da morfologia externa apresentadas na Tabela 6.

Tabela 5. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis antropométricas simples.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa Corporal, kg	40.7	111.3	63.6	16.2
Estatura, cm	159.2	188.1	171.4	7.4
Altura sentado, cm	80.5	96.7	87.9	4.3
Diâmetro biacromial, cm	32.7	45.3	39.4	2.7
Diâmetro bicristal, cm	23.3	31.5	26.3	2.1
Diâmetro bicôndilo-umeral, cm	6.1	8.0	7.0	0.5
Diâmetro bicôndilo-femoral, cm	8.8	11.2	9.7	0.6
Perímetro braquial máximo, cm	22.0	38.1	29.3	3.8
Perímetro geminal, cm	28.0	44.7	34.1	3.6
Prega tricipital, mm	5	21	10.1	4.6
Prega gemnial, mm	5	21	9.6	4.7
Prega subescapular, mm	5	31	11.0	7.1
Prega suprailíaca, mm	5	39	10.4	8.0

Apresentação dos Resultados

Tabela 6. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis antropométricas compostas.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Índice de diferenciação sexual	58.6	77.1	66.9	4.4
Índice de androginia	72.9	106.1	91.9	7.1
Índice ponderal recíproco	38.00	47.10	43.37	2.05
Endomorfismo	1.58	7.43	3.03	1.58
Mesomorfismo	2.53	8.30	4.89	1.39
Ectomorfismo	0.10	5.89	3.22	1.37

Os valores da Tabela 7 correspondem à estatística descritiva da bioimpedância, para a avaliação corporal.

Tabela 7. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para a composição corporal.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Reactância, ohms	397	795	535.3	83.5
Conductância, ohms	44	73	58.5	7.2
Massa gorda, kg	4.3	31.8	11.9	6.8
% Massa gorda	7.8	31.4	18.0	5.9
Massa não-gorda, kg	31.7	80.1	51.6	10.7
% Massa não-gorda	68.6	92.2	82.0	5.9
Metabolismo basal, kcal	1082	1856	1508	191
Índice de massa celular	5.7	13.4	9.6	1.6
Massa celular kg	15.1	44.3	28.4	6.4
% Massa celular	45.5	60.3	54.8	3.5
Massa muscular, kg	18.7	54.4	35.0	7.9
% Massa muscular	43.8	63.5	55.4	5.1
Água corporal total, l	27.3	57.4	39.67	6.7
% Água corporal total	50.0	71.6	63.6	5.4
Água corporal extracelular, l	10.8	26.7	17.9	3.7
% Água corporal extracelular	39.4	48.4	44.8	2.3
Água corporal intracelular, l	16.4	30.6	21.8	3.1
% Água corporal intracelular	51.6	60.6	55.2	2.3

Por fim, a Tabela 8 corresponde às mesmas estatísticas para os parâmetros ecocardiográficos, enquanto a Tabela 9-10 é relativa à morfologia da mão esquerda e da mão direita e respectivas rácios.

Apresentação dos Resultados

Tabela 8. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as variáveis ecocardiográficas.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Diâmetro diastólico do VE, mm	47.7	64.0	53.3	3.5
Diâmetro sistólico do VE, mm	29.4	43.0	33.4	3.2
Diâmetro da aurícula esquerda, mm	28.0	45.0	34.1	3.6
Espessura do septo interventricular em diástole, mm	5.8	8.7	7.5	0.7
Espessura da parede posterior do VE em diástole, mm	5.8	8.2	7.0	0.6
Diâmetro da raiz da aorta, mm	22.0	31.0	26.4	2.2
Débito cardíaco, l/m	3.2	8.4	5.3	1.3
Massa do VE, g	93.0	207.0	134.1	24.2
Índice de massa do VE, g/m ²	63.6	91.0	77.3	7.9
Espessura parietal relativa	0.22	0.33	0.27	0.03

Tabela 9. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as medidas lineares dos dedos da mão esquerda e direita.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
1° dedo da mão esquerda, cm	13.2	16.6	14.6	0.8
2° dedo da mão esquerda, cm	17.9	21.3	19.3	0.9
3° dedo da mão esquerda, cm	18.3	22.2	20.2	0.9
4° dedo da mão esquerda, cm	17.3	21.2	19.2	0.8
5° dedo da mão esquerda, cm	15.1	19.0	16.6	0.8
1° dedo da mão direita, cm	13.3	16.4	15.0	0.8
2° dedo da mão direita, cm	17.8	21.1	19.6	0.8
3° dedo da mão direita, cm	18.2	22.5	20.3	0.9
4° dedo da mão direita, cm	17.1	21.5	19.2	0.8
5° dedo da mão direita, cm	15.0	19.1	16.6	0.8

Tabela 10. Estatística descritiva para a amostra de judocas de elite nacional (n=28) para as rácios entre as medidas lineares dos dedos para cada uma das mãos.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rácios da mão esquerda				
1D:2D	0.72	0.80	0.75	0.02
1D:3D	0.68	0.76	0.72	0.02
1D:4D	0.71	0.82	0.76	0.02
1D:5D	0.81	0.95	0.88	0.03
2D:3D	0.94	0.98	0.96	0.01
2D:4D	0.96	1.04	1.00	0.02
2D:5D	1.11	1.21	1.17	0.03
3D:4D	0.99	1.07	1.05	0.02
3D:5D	1.16	1.26	1.22	0.03
4D:5D	1.12	1.20	1.16	0.02
Rácios da mão direita				
1D:2D	0.73	0.80	0.77	0.02
1D:3D	0.70	0.77	0.74	0.02
1D:4D	0.73	0.83	0.78	0.02
1D:5D	0.84	0.97	0.91	0.03
2D:3D	0.94	0.98	0.96	0.01
2D:4D	0.98	1.05	1.02	0.02
2D:5D	1.10	1.26	1.18	0.03
3D:4D	1.03	1.09	1.06	0.01
3D:5D	1.16	1.28	1.23	0.03
4D:5D	1.13	1.21	1.16	0.02

4.2. Estudo correlativo

As Tabelas 11 e 12 apresentam as correlações bivariada simples entre as rácios da mão direita e esquerda, respectivamente, com as medidas de maturação. Na mão esquerda (Tabela 11) a rácio 2D:4D é a que possui maior magnitude com a idade estimada do pico de velocidade de crescimento em estatura (PVC), com um coeficiente de -0.34 (não significativo). Já na mão direita (Tabela 12) a maior associação foi encontrada entre a idade do PVC estatual e a rácio 3D:4D (-0.37 , não significativo). Em ambos os casos, a associação é inversa, sugerindo que uma maior dimensão do divisor (4D) está inversamente associada uma idade mais tardia de pico de velocidade de crescimento. Já relativamente à percentagem de estatura, a magnitude dos coeficientes é, em geral, muito baixa.

Apresentação dos Resultados

Tabela 11. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis de maturação biológicas

	Idade no PVC	Estatura matura predita
1D:2D	+ 0.09	- 0.06
1D:3D	- 0.00	- 0.05
1D:4D	- 0.11	+ 0.05
1D:5D	- 0.09	+ 0.11
2D:3D	- 0.26	+ 0.03
2D:4D	- 0.34	+ 0.18
2D:5D	- 0.26	+ 0.25
3D:4D	- 0.21	+ 0.19
3D:5D	- 0.15	+ 0.25
4D:5D	+ 0.02	+ 0.13

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0.01$)

Tabela 12. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis de maturação biológicas.

	Idade no PVC	Estatura matura predita
1D:2D	- 0.11	- 0.07
1D:3D	+ 0.04	- 0.21
1D:4D	- 0.13	- 0.08
1D:5D	- 0.03	- 0.11
2D:3D	+ 0.25	- 0.33
2D:4D	- 0.10	- 0.06
2D:5D	+ 0.04	- 0.10
3D:4D	- 0.37	+ 0.24
3D:5D	- 0.08	+ 0.05
4D:5D	+ 0.19	- 0.12

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0.01$)

A associação entre a morfologia da mão esquerda (Tabela 13) e as medidas antropométricas sugere uma relativa importância da rácio 2D:4D como variável correlata da massa corporal (+ 0.30, não significativo) e da estatura (+ 0.38, $p \leq 0.05$). Já o índice de androginia associa-se directamente à rácio 2D:3D (+ 0.36, não significativo). No que diz respeito à mão direita, a rácio 3D:4D associa-se à estatura e à massa corporal, respectivamente, + 0.46 ($p \leq 0.05$) e + 0.39 ($p \leq 0.05$), enquanto o índice de androginia se associa à rácio 1D:2D (+ 0.40, $p \leq 0.05$) e 4D:5D (- 0.44, $p \leq 0.05$).

Apresentação dos Resultados

Tabela 13. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis da morfologia externa.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
Massa Corporal	- 0.15	- 0.06	+ 0.04	- 0.00	+ 0.26	+ 0.30	+ 0.18	+ 0.17	+ 0.07	- 0.09
Estatura	- 0.02	+ 0.05	+ 0.18	+ 0.15	+ 0.21	+ 0.38*	+ 0.28	+ 0.28	+ 0.18	- 0.05
I. Androginia	+ 0.13	+ 0.24	+ 0.21	+ 0.09	+ 0.36	+ 0.21	- 0.00	+ 0.01	- 0.18	- 0.23
Endo	- 0.28	- 0.23	- 0.11	- 0.09	+ 0.08	+ 0.20	+ 0.19	+ 0.16	+ 0.15	+ 0.02
Meso	- 0.13	- 0.01	- 0.03	- 0.05	+ 0.32	+ 0.13	+ 0.07	- 0.05	- 0.08	- 0.05
Ecto	+ 0.17	+ 0.05	+ 0.04	+ 0.01	- 0.31	- 0.18	- 0.05	- 0.01	+ 0.10	+ 0.13

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0,01$)

Tabela 14. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão direita e as variáveis da morfologia externa.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
Massa Corporal	+ 0.12	- 0.01	+ 0.16	+ 0.09	- 0.20	+ 0.14	+ 0.04	+ 0.39*	+ 0.14	- 0.10
Estatura	+ 0.15	- 0.01	+ 0.19	+ 0.11	- 0.27	+ 0.15	+ 0.04	+ 0.46*	+ 0.18	- 0.11
I. Androginia	+ 0.40*	+ 0.23	+ 0.29	+ 0.05	- 0.17	+ 0.04	- 0.22	+ 0.21	- 0.17	- 0.44*
Endomorfismo	- 0.01	- 0.07	+ 0.08	+ 0.08	- 0.12	+ 0.15	+ 0.11	+ 0.32	+ 0.19	+ 0.03
Mesomorfismo	+ 0.13	+ 0.11	+ 0.16	+ 0.10	+ 0.01	+ 0.13	+ 0.03	+ 0.17	+ 0.03	- 0.09
Ectomorfismo	- 0.11	- 0.06	- 0.14	- 0.05	+ 0.07	- 0.12	+ 0.02	- 0.23	- 0.01	+ 0.17

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0,01$)

A Tabela 15 sugere que as rácios 1D:2D e 1D:3D se associam inversamente à percentagem de massa gorda (- 0.45, $p \leq 0.05$; - 0.04, $p \leq 0.05$). Na mão direita (Tabela 16) a rácio 1D:3D parece possuir maior relação com a percentagem de massa gorda (- 0.40, $p \leq 0.05$). Adicionalmente na mão esquerda os maiores coeficientes são encontrados na rácio 2D:3D, enquanto na mão direita destaca-se a magnitude dos coeficientes determinadas para a rácio 3D:4D.

Apresentação dos Resultados

Tabela 15. Correlação bivariada simples entre as razões dos dedos da mão esquerda e as variáveis da composição corporal.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
MG (a)	- 0.34	- 0.30	- 0.15	- 0.12	+ 0.05	+ 0.21	+ 0.20	+ 0.19	+ 0.18	+ 0.04
MNG (a)	- 0.02	+ 0.11	+ 0.15	+ 0.08	+ 0.36	+ 0.32	+ 0.15	+ 0.14	- 0.04	- 0.15
MG (b)	- 0.45*	- 0.48*	- 0.29	- 0.20	- 0.15	+ 0.12	+ 0.22	+ 0.22	+ 0.30	+ 0.15
MNG (b)	+ 0.45*	+ 0.48*	+ 0.29	+ 0.20	+ 0.15	- 0.12	- 0.22	- 0.22	- 0.30	- 0.15
MB	+ 0.07	+ 0.20	+ 0.23	+ 0.19	+ 0.37*	+ 0.33	+ 0.22	+ 0.13	+ 0.05	- 0.06
IMC	+ 0.03	+ 0.18	+ 0.14	+ 0.10	+ 0.43*	+ 0.22	+ 0.13	- 0.03	- 0.07	- 0.06
MC (a)	+ 0.00	+ 0.14	+ 0.16	+ 0.13	+ 0.38*	+ 0.31	+ 0.21	+ 0.10	+ 0.03	- 0.06
MC (b)	+ 0.04	+ 0.13	+ 0.05	+ 0.16	+ 0.25	+ 0.03	+ 0.21	- 0.12	+ 0.10	+ 0.23
MM (b)	+ 0.36	+ 0.44*	+ 0.23	+ 0.24	+ 0.28	- 0.10	- 0.04	- 0.27	- 0.17	+ 0.05
MM (a)	+ 0.00	+ 0.14	+ 0.16	+ 0.13	+ 0.39*	+ 0.31	+ 0.21	+ 0.10	+ 0.03	- 0.07
ACT (a)	- 0.04	+ 0.09	+ 0.13	+ 0.07	+ 0.37	+ 0.32	+ 0.17	+ 0.13	+ 0.00	- 0.12
ACT (b)	+ 0.30	+ 0.26	+ 0.09	+ 0.09	- 0.04	- 0.27	- 0.21	- 0.26	- 0.19	+ 0.02
ACE (a)	- 0.02	+ 0.12	+ 0.15	+ 0.09	+ 0.40*	+ 0.31	+ 0.16	+ 0.10	- 0.02	- 0.13
ACE (b)	+ 0.12	+ 0.28	+ 0.21	+ 0.16	+ 0.48**	+ 0.23	+ 0.12	- 0.04	- 0.10	- 0.09
ACI (a)	- 0.08	+ 0.04	+ 0.11	+ 0.05	+ 0.31	+ 0.31	+ 0.17	+ 0.15	+ 0.03	- 0.12
ACI (b)	- 0.12	- 0.28	- 0.21	- 0.16	- 0.48**	- 0.23	- 0.12	+ 0.04	+ 0.10	+ 0.09

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0,01$); **Legenda:** (a) medida absoluta; (b) medida relativa; (MG) massa gorda; (MNG) massa não gorda; (MB) metabolismo basal; (IMC) Índice de massa celular; (MC) massa celular; (MM) massa muscular; (ACT) água corporal total; (ACE) água corporal extracelular; (ACI) água corporal intracelular.

Tabela 16. Correlação bivariada simples entre as razões dos dedos da mão direita e as variáveis da composição corporal.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
MG (a)	- 0.11	- 0.21	- 0.04	- 0.02	- 0.25	+ 0.05	+ 0.05	+ 0.30	+ 0.19	+ 0.03
MNG (a)	+ 0.25	+ 0.12	+ 0.27	+ 0.15	- 0.15	+ 0.18	+ 0.02	+ 0.39*	+ 0.10	- 0.18
MG (b)	- 0.35	- 0.40*	- 0.26	- 0.15	- 0.25	- 0.05	+ 0.05	+ 0.17	+ 0.19	+ 0.14
MNG (b)	+ 0.35	+ 0.40*	+ 0.26	+ 0.15	+ 0.25	+ 0.05	- 0.05	- 0.17	- 0.19	- 0.14
MB	+ 0.24	+ 0.12	+ 0.26	+ 0.13	- 0.16	+ 0.18	- 0.01	+ 0.39*	+ 0.07	- 0.21
IMC	+ 0.24	+ 0.18	+ 0.26	+ 0.12	- 0.02	+ 0.17	- 0.02	+ 0.26	- 0.01	- 0.24
MC (a)	+ 0.22	+ 0.10	+ 0.24	+ 0.12	- 0.14	+ 0.17	+ 0.00	+ 0.37	+ 0.07	- 0.20
MC (b)	- 0.03	- 0.04	- 0.01	- 0.10	- 0.03	+ 0.01	- 0.12	+ 0.05	- 0.12	- 0.22
MM (b)	+ 0.25	+ 0.27	+ 0.18	+ 0.03	+ 0.16	+ 0.03	- 0.14	- 0.11	- 0.24	- 0.28
MM (a)	+ 0.22	+ 0.11	+ 0.25	+ 0.12	- 0.13	+ 0.18	- 0.00	+ 0.37	+ 0.07	- 0.21
ACT (a)	+ 0.23	+ 0.10	+ 0.25	+ 0.12	- 0.16	+ 0.17	- 0.00	+ 0.39*	+ 0.08	- 0.20
ACT (b)	+ 0.10	+ 0.20	+ 0.02	- 0.01	+ 0.24	- 0.08	- 0.10	- 0.34	- 0.23	- 0.08
ACE (a)	+ 0.26	+ 0.13	+ 0.27	+ 0.11	- 0.15	+ 0.17	- 0.04	+ 0.37	+ 0.03	- 0.26
ACE (b)	+ 0.36	+ 0.28	+ 0.33	+ 0.11	- 0.01	+ 0.17	- 0.12	+ 0.24	- 0.13	- 0.41*
ACI (a)	+ 0.18	+ 0.06	+ 0.21	+ 0.12	- 0.18	+ 0.16	+ 0.03	+ 0.39*	+ 0.12	- 0.14
ACI (b)	- 0.36	- 0.28	- 0.33	- 0.11	+ 0.01	- 0.17	+ 0.12	- 0.24	+ 0.13	+ 0.41*

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0,01$); **Legenda:** (MG) massa gorda; (MNG) massa não gorda; (MB) metabolismo basal; (IMC) Índice de massa celular; (MC) massa celular; (MM) massa muscular; (ACT) água corporal total; (ACE) água corporal extracelular; (ACI) água corporal intracelular.

Apresentação dos Resultados

A Tabela 17 e 18 mostram que a espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo é a variável que mais se associa à morfologia da mão esquerda (1D:4D, $r = + 0.56$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.55$, $p \leq 0.01$) e da mão direita (1D:2D, $r = + 0.51$, $p \leq 0.01$; 1D:3D, $r = + 0.47$, $p \leq 0.05$; 1D:4D, $r = + 0.45$, $p \leq 0.05$). Por outro lado, o diâmetro da aurícula esquerda está associado às rácios 3D:4D ($r = + 0.33$, não significativo), 1D:4D ($r = + 0.33$, não significativo), e 3D:4D ($r = + 0.31$, não significativo). Esta variável ecocardiográfica não parece ter associação relevante em nenhuma rácio da mão direita.

Tabela 17. Correlação bivariada simples entre as rácios dos dedos da mão esquerda e as variáveis ecocardiográficas.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
VEd	- 0.11	- 0.02	+ 0.00	+ 0.06	+ 0.23	+ 0.17	+ 0.23	+ 0.05	+ 0.14	+ 0.13
VEs	- 0.04	+ 0.01	+ 0.13	+ 0.10	+ 0.13	+ 0.31	+ 0.21	+ 0.26	+ 0.15	- 0.06
AEd	- 0.05	+ 0.00	+ 0.12	- 0.01	+ 0.14	+ 0.31	+ 0.06	+ 0.24	- 0.01	- 0.26
SIId	+ 0.28	+ 0.35	+ 0.40 [*]	+ 0.23	+ 0.26	+ 0.35	+ 0.04	+ 0.22	- 0.09	- 0.33
PPVEd	+ 0.45 [*]	+ 0.55 ^{**}	+ 0.56 ^{**}	+ 0.45 [*]	+ 0.38 [*]	+ 0.39 [*]	+ 0.18	+ 0.20	+ 0.01	- 0.19
Rod	+ 0.21	+ 0.18	+ 0.28	+ 0.34	- 0.04	+ 0.22	+ 0.31	+ 0.26	+ 0.34	+ 0.16
DC	- 0.11	- 0.09	- 0.00	+ 0.09	+ 0.04	+ 0.15	+ 0.28	+ 0.14	+ 0.27	+ 0.19
MVE	+ 0.11	+ 0.23	+ 0.28	+ 0.24	+ 0.37	+ 0.38 [*]	+ 0.26	+ 0.19	+ 0.09	- 0.07
IMVE	+ 0.31	+ 0.39 [*]	+ 0.35	+ 0.29	+ 0.29	+ 0.22	+ 0.11	+ 0.06	- 0.03	- 0.09
EPR	+ 0.42 [*]	+ 0.44 [*]	+ 0.45 [*]	+ 0.29	+ 0.17	+ 0.25	- 0.04	+ 0.17	- 0.12	- 0.32

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0.01$); **Legenda:** (VEd) Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo; (VEs) Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo; (AEd) Diâmetro da aurícula esquerda; (SIId) Espessura do septo interventricular em diástole; (PPVEd) Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole; (DC) Débito cardíaco; (Rod) Diâmetro da raiz da aorta; (MVE) Massa ventricular esquerda; (IMVE) Índice de massa do ventrículo esquerdo; (EPR) Espessura parietal relativa.

Apresentação dos Resultados

Tabela 18. Correlação bivariada simples entre as razões dos dedos da mão direita e as variáveis ecocardiográficas.

	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D
VEd	+ 0.04	- 0.06	+ 0.13	+ 0.12	- 0.19	+ 0.18	+ 0.13	+ 0.43*	+ 0.25	+ 0.02
VEs	+ 0.24	+ 0.12	+ 0.31	+ 0.26	- 0.14	+ 0.27	+ 0.18	+ 0.50**	+ 0.28	+ 0.02
AEd	+ 0.23	+ 0.21	+ 0.33	+ 0.27	+ 0.07	+ 0.31	+ 0.19	+ 0.37	+ 0.20	- 0.01
SI _d	+ 0.32	+ 0.23	+ 0.21	+ 0.11	- 0.05	- 0.01	- 0.08	+ 0.04	- 0.07	- 0.14
PPVEd	+ 0.00	- 0.07	- 0.04	- 0.08	- 0.15	- 0.07	- 0.10	+ 0.06	- 0.04	- 0.10
Rod	+ 0.20	+ 0.10	+ 0.28	+ 0.24	- 0.11	+ 0.24	+ 0.17	+ 0.44*	+ 0.26	+ 0.03
DC	- 0.05	- 0.01	+ 0.08	+ 0.07	+ 0.08	+ 0.19	+ 0.14	+ 0.19	+ 0.13	+ 0.04
MVE	+ 0.25	+ 0.14	+ 0.28	+ 0.21	- 0.11	+ 0.20	+ 0.10	+ 0.38*	+ 0.18	- 0.04
IMVE	+ 0.26	+ 0.26	+ 0.29	+ 0.23	+ 0.12	+ 0.19	+ 0.12	+ 0.16	+ 0.08	- 0.01
EPR	+ 0.34	+ 0.35	+ 0.21	+ 0.10	+ 0.17	- 0.03	- 0.11	- 0.21	- 0.22	- 0.16

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0.01$); **Legenda:** (VE_d) Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo; (VE_s) Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo; (AEd) Diâmetro da aurícula esquerda; (SI_d) Espessura do septo interventricular em diástole; (PPVEd) Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole; (DC) Débito cardíaco; (Rod) Diâmetro da raiz da aorta; (MVE) Massa ventricular esquerda; (IMVE) Índice de massa do ventrículo esquerdo; (EPR) Espessura parietal relativa.

A Tabela 19 compreende a uma matriz de correlação entre as razões da mão esquerda e direita. É de notar que os valores mais elevados não são encontrados na diagonal. Encontra-se seis correlações de magnitude > 0.70 , a saber: D_{1D:2D} x E_{D1:4D} ($r = + 0.80$, $p \leq 0.01$), D_{1D:2D} x E_{1D:3D} ($r = + 0.78$, $p \leq 0.01$), D_{1D:2D} x E_{1D:2D} ($r = + 0.75$, $p \leq 0.01$), D_{1D:3D} x E_{1D:3D} ($r = + 0.76$, $p \leq 0.01$), D_{1D:3D} x E_{1D:4D} ($r = + 0.75$, $p \leq 0.01$), D_{1D:4D} x E_{1D:4D} ($r = + 0.71$, $p \leq 0.01$). Ou seja as razões com maior magnitude envolvem sempre o primeiro dedo.

Tabela 19. Correlação bivariada simples entre as razões dos dedos da mão esquerda e as da mão direita.

	Mão esquerda										
	1D:2D	1D:3D	1D:4D	1D:5D	2D:3D	2D:4D	2D:5D	3D:4D	3D:5D	4D:5D	
1D:2D	+ 0.75**	+ 0.78**	+ 0.80**	+ 0.60**	+ 0.22	+ 0.42*	+ 0.08	+ 0.32	- 0.02	- 0.34	
1D:3D	+ 0.67**	+ 0.76**	+ 0.75**	+ 0.57**	+ 0.41*	+ 0.44*	+ 0.14	+ 0.24	- 0.05	- 0.29	
1D:4D	+ 0.49**	+ 0.60**	+ 0.71**	+ 0.58**	+ 0.41*	+ 0.64**	+ 0.38*	+ 0.45*	+ 0.19	- 0.20	
1D:5D	+ 0.40*	+ 0.48**	+ 0.65**	+ 0.60**	+ 0.32	+ 0.65**	+ 0.52**	+ 0.51**	+ 0.38*	- 0.03	
Mão direita	2D:3D	+ 0.16	+ 0.31	+ 0.24	+ 0.21	+ 0.48**	+ 0.23	+ 0.16	- 0.03	- 0.06	- 0.04
	2D:4D	- 0.02	+ 0.14	+ 0.31	+ 0.32	+ 0.46*	+ 0.63**	+ 0.56**	+ 0.41*	+ 0.36	+ 0.05
	2D:5D	- 0.01	+ 0.08	+ 0.28	+ 0.36	+ 0.26	+ 0.57**	+ 0.63**	+ 0.46*	+ 0.53**	+ 0.21
	3D:4D	- 0.17	- 0.10	+ 0.20	+ 0.24	+ 0.17	+ 0.64**	+ 0.62**	+ 0.59**	+ 0.56**	+ 0.11
	3D:5D	- 0.10	- 0.07	+ 0.21	+ 0.33	+ 0.06	+ 0.55**	+ 0.67**	+ 0.56**	+ 0.66**	+ 0.27
	4D:5D	+ 0.00	- 0.02	+ 0.16	+ 0.30	- 0.05	+ 0.31	+ 0.51**	+ 0.36	+ 0.55**	+ 0.33

* (nível de significância de $p \leq 0.05$); ** (nível de significância de $p \leq 0.01$)

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A exposição do cérebro a esteróides tem sido amplamente discutida nos efeitos que exerce na diferenciação (androgenização) do cérebro. Já os esteróides sexuais durante o período pubertário são os principais responsáveis pelo fenómeno de dimorfismo sexual. Do ponto de vista do desenvolvimento embrionário, por volta da 11^a semana de vida intra-uterina, ocorre a diferenciação sexual. Os elementos do sexo masculino apresentam, em regra, valores inferiores na rácio que se estabelece entre o 2^o e o 4^o dedo. Já um elevado rácio entre o 2^o e 4^o dedo é tido como resultado de uma exposição, em baixa idade, a estrogénios. (Fink, Neave, & Manning, 2003).

Num estudo com 30 adultos masculinos (não-atletas) e 50 adultos femininos de orientação heterossexual, foi possível observar uma associação negativa entre a rácio 2D:4D (tanto na mão esquerda como na mão direita) com os índices morfológicos *waist-to-hip* e *waist-to-chest* entre elementos do sexo feminino. Ou seja, um valor inferior na rácio, típica do sexo masculino, estava associada ao desenvolvimento do tronco na secção centrípeta. Entre os homens, o índice de massa corporal aparece associado à rácio 2D:4D, mas apenas para o valor da mão esquerda. Dentro dos limites de tolerância aos factores inatos do desenvolvimento biológico e aos limites ecológicos de plasticidade da morfologia externa, parece que as rácios estabelecidas entre os comprimentos dos dedos da mão, sendo características não influenciadas pelo ecossistema, traduzem externamente a ocorrência de processos de natureza fisiológica e endócrina que se sabe estarem na base da biologia do desenvolvimento, embora os mecanismos exactos ainda estejam longe de serem totalmente percebidos na sua extensão e complexidade. Num estudo com jovens judocas, a rácio 2D:4D aparece associada à idade estimada do pico de velocidade de crescimento ($r = 0.34$, n.s.), à massa corporal ($r = 0.30$, n.s.) e à estatura ($r = +0.38$, $p < 0.05$), embora apenas para a mão esquerda. Desde já se reclamou a necessidade de proceder a estudos adicionais para, baseado na evidência, determinar o valor informativo (explicativo) entre os dados recolhidos da mão esquerda e os da mão direita.

Embora um estudo (Claessens, Beunen, Wellens, & Geldof, 1987) aponte os judocas de alta competição como elementos de predominância mesomórfica, indicador de robustez músculo-esquelética, no presente estudo a rácio 2D:4D tem um valor de magnitude associativa tanto com a mão esquerda (endomorfismo: $r = + 0.20$, n.s.; mesomorfismo: $r = 0.13$, n.s.; ectomorfismo: $r = - 0.18$, n.s.) como também na mão direita (endomorfismo: $r = + 0.15$, n.s.; mesomorfismo: $r = + < 0.13$; ectomorfismo: $r = - 0.12$, n.s.). Estes dados, embora não esquecendo as limitações inerentes ao presente estudo, em particular na amostra, reclama uma discussão em torno da mão mais informativa para a estimativa de caracteres morfológicos, mas também das rácios entre dedos. Isto porque, no caso da mão esquerda é notada uma correlação de $+ 0.32$ (n.s.) entre 2D:3D com o mesomorfismo, e no caso da mão direita, a rácio 3D:4D estabelece uma associação de $+ 0.32$ com o endomorfismo.

A preocupação na justificação e reclamação de estudos adicionais deve merecer uma especial atenção no mecanismo de controlo dos dados, devendo estabelecer-se normas para a avaliação directa da mão, com recurso a scanner, a partir da radiografia, com ou sem software de análise, e sem prejuízo de ser necessário cálculo do coeficiente de fiabilidade e erro técnico de medida. Ao momento, e de acordo com a literatura com que tivemos oportunidade de tomar contacto, existe um artigo que se dedica à análise crítica de vários estudos e diferentes metodologias (Voracek, Manning, & Dressler, 2007).

No âmbito de estudos com jovens atletas, entre uma colecção de dados decorrentes de avaliações radiológicas da mão esquerda, é importante averiguar sobre a possibilidade de obter rácios entre dedos a partir de filmes radiográficos, com a vantagem de muitos dos estudos acumularem dados de estatura, massa corporal, somatótipo, parâmetros ecocardiográficos, medidas de consumo máximo de oxigénio, de potência mecânica máxima e média e protocolos de curta duração em cicloergómetro ou ainda de força avaliada em dinamómetro isocinético. Jurimae *et al.* (2008) estudou 57 nadadores de ambos os sexos com idades entre os 10 e os 17 anos, concluindo que foi a grelina (em inglês *ghreline*) que se encontra associada às rácios de todos os dedos entre 0.37 e 0.40, para os masculinos. No caso das raparigas, a grelina (produzida no estômago) associa-se à rácio 2D:3D ($r = + 0.45$) e 2D:4D ($r = + 0.48$). Igualmente relevante foram as associações da rácio 2D:4D, para os rapazes, no que se

refere à hormona do crescimento do tipo insulina IGF-1 ($r = 0.42$) e factor proteico IGF-BP3 ($r = + 0.44$).

No presente estudo a água corporal total estimada por bioimpedância aparece associada positivamente à rácio 2D:4D da mão esquerda ($r = + 0.32$) e não surpreendentemente a mesma rácio aparece associada à massa muscular ($r = + 0.31$). As maiores correlações, entre as rácios e a morfologia, não se centraram nos caracteres externos, mas sim nos parâmetros ecocardiográficos, em particular na espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo e as seguintes rácios da mão esquerda: 1D:2D ($r = + 0.45$, $p < 0.05$); 1D:3D ($r = + 0.55$, $p \leq 0.01$); 1D:4D ($r = + 0.56$, $p < 0.01$); 1D:5D ($r = + 0.45$, $p < 0.05$); 2D:3D ($r = + 0.38$, $p < 0.05$); 2D:4D ($r = + 0.39$, $p \leq 0.05$). Outras associações significativas e substanciais foram notadas para a rácio 1D/2D: espessura parietal relativa ($r = + 0.42$, $p \leq 0.05$); 1D/3D: índice de massa do ventrículo ($r = 0.55$, $p \leq 0.01$); espessura parietal relativa ($r = + 0.44$, $p \leq 0.05$). Esta última medida que expressa o desenvolvimento da parede posterior do ventrículo esquerdo considerando a magnitude do septo interventricular também apresenta na correlação ($r = + 0.45$, $p < 0.05$) com a rácio 1D/4D.

Estes dados, no que às medidas ecocardiográficas dizem respeito, parecem confirmar a maior informação da mão esquerda relativamente à direita e ainda coloca na agenda para futuras investigações as rácios envolvendo o primeiro dedo. Por fim, parece ainda que o problema em estudo se associa mais às medidas de espessura da parede e da massa do ventrículo esquerdo, do que propriamente aos diâmetros das cavidades.

A tabela 19 compreende a uma matriz de correlação entre as rácios da mão direita e esquerda, sendo uma peça que sugere mais estudos para observar a concordância entre as duas mãos, mas sobretudo para justificar uma análise de componentes principais capazes de obter uma solução mais pormenorizada de indicadores e medidas da mão com o mínimo de perda de variância.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, apresentamos de seguida as principais conclusões deste estudo:

- A rácio 2D:4D está associada aos valores do somatótipo em ambas as mãos. No entanto a componente mesomórfica, indicador de robustez músculo-esquelética, tem a sua maior associação à rácio 2D:3D da mão esquerda, enquanto a componente endomórfica tem a sua maior associação à rácio 3D:4D da mão direita;
- A massa muscular está associada à rácio 2D:4D da mão esquerda bem como a água corporal total;
- No que diz respeito aos parâmetros ecocardiográficos, estes têm uma grande associação com as rácios da mão esquerda, em particular a espessura da parede posterior de ventrículo esquerdo e a espessura do septo interventricular. Outras associações significativas foram notadas na espessura parietal relativa e no índice de massa ventricular o que nos leva a crer que as rácios dos dedos das mãos se associam mais às medidas de espessura do coração do que propriamente dos diâmetros das cavidades;
- Não está ainda determinado o valor informativo (explicativo) entre os dedos da mão esquerda e direita. Alguns parâmetros estudados apresentam correlações ora com a mão esquerda, ora com a mão direita, não ficando claro qual a mão que mais influencia os parâmetros morfológicos, maturacionais e ecocardiográficos;
- Não é clara a melhor metodologia para a avaliação do comprimento dos dedos da mão. Sugere-se estabelecerem-se normas para a avaliação directa da mão através da radiográfica e sem prejuízo de ser necessário o cálculo do coeficiente de fiabilidade e erro técnico de medida;

O volume de resultados levanta um conjunto de questões interessantes para responder em pesquisas futuras:

- alargar a amostra a ambos os sexos e discriminar as características morfológicas, maturacionais e ecocardiográficas entre jovens judocas de elite e de nível local;
- acrescentar aos dados recolhidos, as capacidades funcionais para assim poder ser observada e resposta cardíaca;
- analisar e comparar outros rácios dos dedos das mãos, pois ficou constatado neste estudo que, não é só a rácio 2D:4D que tem uma pequena influência na morfologia, maturação e parâmetros ecocardiográficos mas também as rácios onde o 1º dedo está presente;
- realizar mais estudos para observar a concordância entre as duas mãos, observar qual a mão mais que mais influência tem nas características morfológicas, maturacionais e ecocardiográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, D., & Mirwald, R. (1986). *Maximal Aerobic Power*. London, Ontario: Sport Dynamics.
- Basavarajaiah, S., Wilson, M., Naghavi, R., Whyte, G., Turner, M., & Sharma, S. (2007). Physiological upper limits of left ventricular dimensions in highly trained junior tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 784-788.
- Baxter-Jones, A., Eisenmann, J., & Sherar, L. (2005). Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Sciences*, 17(1), 18-30.
- Bennett, M., Manning, J., Cook, C., & Kilduff, L. (2010). Digit ratio (2D:4D) and performance in elite rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1415-1421.
- Beunen, G. (1989). Biological Age in Pediatric Exercise Research. In Bar-Or (Ed). *Advances in Pediatric Sport Sciences*. Volume Three - Biological Issues. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Carter, J., & Heath, B. (1990). *Somatotyping: Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Claessens, A., Beunen, G., Wellens, R., & Geldof, G. (1987). Somatotype and body structure of world top judoists. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 27, 105-113.
- Classens, A., Beunen, G., & Malina, R. (2000). Anthropometry, physique, body composition and maturity. In N. Armstrong, W. van Mechelen (Eds). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Coelho e Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., & Ramos, M. (2002). Fundamentos auxológicos do treino com jovens: conceitos, evidências, equívocos e recomendações. *Revista Treino Desportivo, Ano IV*(19), 4-14.
- Coelho e Silva, M., Figueiredo, A., & Malina, R. (2003). Physical growth and maturation-related variation in young male soccer athletes. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 8, 34-50.

- Cohen-Bendahan, C., van de Beek, C., & Berenbaum, S. (2005). Prenatal sex hormone effects on child and adult sex-typed behavior: methods and findings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(2), 353-384.
- Costa, R. (2001). *Composição Corporal - Teoria e Prática da Avaliação*: Editora Manole Ltda. Brasil.
- Cotrim, C., Simões, O., Loureiro, M., Cordeiro, P., Lopes, L., Almeida, S. (2005). Stress echocardiography in the evaluation of exercise physiology in patients with severe arterial pulmonary hypertension. New methodology. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 24(12), 1451-1460.
- D'Andrea, A., Caso, P., Severino, S., Galderisi, M., Sarubbi, B., Limongelli, G. (2002). Effects of different training protocols on left ventricular myocardial function in competitive athletes: a Doppler tissue imaging study. *Italian Heart Journal*, 3(1), 34-40.
- D'Andrea, A., Limongelli, G., Caso, P., Sarubbi, B., Pietra, A., Brancaccio, P. (2002). Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. *International Journal of Cardiology*, 86(2), 177-184.
- Daftary, G., & Taylor, H. (2006). Endocrine regulation of HOX genes. *Endocrine Review*, 27(4), 331-355.
- Devereux, R., Alonso, D., Lutas, E., Gottlieb, G., Campo, E., Sachs, I. (1986). Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *American Journal of Cardiology*, 57(6), 450-458.
- Devereux, R., Casale, P., Eisenberg, R., Miller, D., & Kligfield, P. (1984). Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy using echocardiographic determination of left ventricular mass as the reference standard. Comparison of standard criteria, computer diagnosis and physician interpretation. *Journal of American College of Cardiology*, 3(1), 82-87.
- Devereux, R., & Reichek, N. (1977). Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation*, 55(4), 613-618.

- Dickhuth, H., Roecker, K., Niess, A., Hipp, A., & Heitkamp, H. (1996). The echocardiographic determination of volume and muscle mass of the heart. *International Journal of Sports Medicine*, 17 Supplement 3, S132-139.
- DuBois, D., & DuBois, E. (1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*, 17, 863-871.
- Ebine, K., Tamura, S., Sato, K., Yokomuro, M., Aihara, M., Kato, A. (1993). Echocardiographic analysis in elite Japanese judo athletes. *Medecine du Sport*, 67(1), 29-35.
- Eisenmann, J., Malina, R., Tremblay, A., & Bouchard, C. (2007). Adiposity and cardiac dimensions among 9- to 18-year-old youth: the Quebec Family Study. *Journal of Human Hypertension*, 21(2), 114-119.
- Evans, N. (2004). Current concepts in anabolic-androgenic steroids. *American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 534-542.
- Fink, B., Neave, N., & Manning, J. (2003). Second to fourth digit ratio, body mass index, waist-to-hip ratio, and waist-to-chest ratio: their relationships in heterosexual men and women. *Annals of Human Biology*, 30(6), 728-738.
- Franchini, E., Takito, M., & Bertuzzi, R. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of Budo*, 1, 1-7.
- Franchini, E., Takito, M., & Kiss, M. (2000). Somatótipo, composição corporal e força isométrica em diferentes períodos do treinamento em atletas de judô juvenis. *Revista Treinamento Desportivo*, 5, 4-10.
- George, K., Gates, P., Birch, K., & Campbell, I. (1999). Left ventricular morphology and function in endurance-trained female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 17(8), 633-642.
- Ghorayeb, N., Batlouni, M., Pinto, I., & Dioguardi, G. (2005). Hipertrofia ventricular esquerda do atleta. Resposta adaptativa fisiológica do coração. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 85(3).
- Haykowsky, M., Quinney, H., Gillis, R., & Thompson, C. (2000). Left ventricular morphology in junior and master resistance trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 349-352.

- Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(2), 155-161.
- Helgerud, J., Ingjer, F., & Stromme, S. (1990). Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(5-6), 433-439.
- Heyward, V., & Stolarczyk, L. (1996). *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Hoekstra, R., Bartels, M., & Boomsma, D. (2006). Heritability of testosterone levels in 12-year-old twins and its relation to pubertal development. *Twin Research and Human Genetic*, 9(4), 558-565.
- Honekopp, J., J, T. M., & Muller, C. (2006). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Hormonal Behavior*, 49(4), 545-549.
- Honekopp, J., & Watson, S. (2010). Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand. *American Journal of Human Biology*, 22(5), 619-630.
- Huonker, M., Halle, M., & Keul, J. (1996). Structural and functional adaptations of the cardiovascular system by training. *International Journal of Sports Medicine*, 17 Supplement 3, S164-172.
- Iuliano-Burns, S., Mirwald, R., & Bailey, D. (2001). Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 13(1), 1-8.
- Jurimae, T., Voracek, M., Jurimae, J., Latt, E., Haljaste, K., Saar, M. (2008). Relationships between finger-length ratios, ghrelin, leptin, IGF axis, and sex steroids in young male and female swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 523-529.
- Kalichman, L., Livshits, G., & Kobylansky, E. (2004). Association between somatotypes and blood pressure in an adult Chuvasha population. *Annals of Human Biology*, 31(4), 466-476.

- Katzmarzyk, P., Malina, R., & Beunen, G. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, 24(6), 493-505.
- Katzmarzyk, P., Malina, R., Song, T., Theriault, G., & Bouchard, C. (1998). Physique and echocardiographic dimensions in children, adolescents and young adults. *Annals of Human Biology*, 25(2), 145-157.
- Khamis, H., & Roche, A. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94(4 Pt 1), 504-507.
- Khamis, H., & Roche, A. (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics- erratum*, 95(3 Pt 1), 457.
- Lohman, T. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise and Sport Sciences Review*, 14, 325-357.
- Lohman, T., Roche, A., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Illinois: Human Kinetics.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, 77(1-2), 23-28.
- Madeira, R., Trabulo, M., Alves, F., & Pereira, J. (2008). Efeito do exercício crónico nas dimensões e função do ventrículo esquerdo em atletas jovens. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 27(7-8), 902-922.
- Makan, J., Sharma, S., Firoozi, S., Whyte, G., Jackson, P., & McKenna, W. (2005). Physiological upper limits of ventricular cavity size in highly trained adolescent athletes. *Heart*, 91(4), 495-499.
- Makgae, P., Monyeki, K., Brits, S., Kemper, H., & Mashita, J. (2007). Somatotype and blood pressure of rural South African children aged 6-13 years: Ellisras longitudinal growth and health study. *Annals of Human Biology*, 34(2), 240-251.
- Malina, R. (1989). Growth and Maturation: Normal Variation and Effect of training. In CV Gisolfi, DR Lamb (Eds). *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Volume 2: *Youth, Exercise and Sport*: Cooper Publishing Group.

- Malina, R. (2003). *Growth and Maturity Status of Young Soccer Players*. In T Reilly, AM Williams (Eds). *Science and Soccer. 2nd Edition*. London: Routledge.
- Malina, R., & Beunen, G. (1996). Monitoring of growth and Maturation. In Bar - Or (Ed). *The Child and Adolescent Athlete*. 6: Encyclopedia of Sports Medicine.
- Malina, R., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R., Katzmarzyk, P., Song, T., Theriault, G., & Bouchard, C. (1997). Somatotype and cardiovascular risk factors in healthy adults. *American Journal of Human Biology*, 9, 11-19.
- Malina, R., Pena Reyes, M., Eisenmann, J., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 685-693.
- Manning, J. (2002a). *Digit ratio: a pointer to fertility, behavior and health*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Manning, J. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 42(4), 446-450.
- Manning, J., & Fink, B. (2008). Digit ratio (2D:4D), dominance, reproductive success, asymmetry, and sociosexuality in the BBC Internet Study. *American Journal of Human Biology*, 20(4), 451-461.
- Manning, J., Scutt, D., Wilson, J., & Lewis-Jones, D. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, 13(11), 3000-3004.
- Manning, J., & Taylor, R. (2001). Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 22(1), 61-69.
- McIntyre, M., Ellison, P., Lieberman, D., Demerath, E., & Towne, B. (2005). The development of sex differences in digital formula from infancy in the Fels Longitudinal Study. *Proceedings of Biological Sciences*, 272(1571), 1473-1479.

- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science and Sports Exercise*, 34(4), 689-694.
- Mitchell, D., Strydom, N., Van Graan, C., & Van der Walt, W. (1971). Human surface area: comparison of the Du Bois formula with direct photometric measurement. *Pflugers Archive*, 325(2), 188-190.
- Mortlock, D., & Innis, J. (1997). Mutation of HOXA13 in hand-foot-genital syndrome. *Nature Genetics*, 15(2), 179-180.
- Muller, D., Giles, G., Bassett, J., Morris, H., Manning, J., Hopper, J. (2011). Second to fourth digit ratio (2D:4D) and concentrations of circulating sex hormones in adulthood. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 9, 57.
- Neave, N., Laing, S., Fink, B., & Manning, J. (2003). Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance. *Proceedings Biological Sciences*, 270(1529), 2167-2172.
- Pavlik, G., Olexo, Z., Osvath, P., Sido, Z., & Frenkl, R. (2001). Echocardiographic characteristics of male athletes of different age. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 95-99.
- Pelliccia, A., Maron, B., Culasso, F., Spataro, A., & Caselli, G. (1996). Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *Journal of the American Medical Association*, 276(3), 211-215.
- Peters, M., Mackenzie, K., & Bryden, P. (2002). Finger length and distal finger extent patterns in humans. *American Journal of Physical Anthropology*, 117(3), 209-217.
- Philippaerts, R., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Pluim, B., Zwinderman, A., Van der Laarse, A., & Van der Wall, E. (2000). The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, 101(3), 336-344.

- Roche, A., & Sun, S. (2003). *Human Growth - Assessment and Interpretation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rodrigues, A., Melo Costa, J., Alves, G., Ferreira da Silva, D., Picard, M., & Andrade, J. (2006). Left ventricular function after exercise training in young men. *American Journal of Cardiology*, 97(7), 1089-1092.
- Rowland, T. (2004). *Children's Exercise Physiology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Rowland, T., Goff, D., Popowski, B., DeLuca, P., & Ferrone, L. (1998). Cardiac responses to exercise in child distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 19(6), 385-390.
- Sagiv, M., & Ben-Sira, D. (2007). Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 329-334.
- Sahn, D., DeMaria, A., Kisslo, J., & Weyman, A. (1978). Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation*, 58(6), 1072-1083.
- Santos, J. (2009). *Potência aeróbia e parâmetros ecocardiográficos em jovens hoquistas masculinos*. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Sengupta, P., Korinek, J., Belohlavek, M., Narula, J., Vannan, M., Jahangir, A. (2006). Left ventricular structure and function: basic science for cardiac imaging. *Journal of American College of Cardiology*, 48(10), 1988-2001.
- Sherar, L., Mirwald, R., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147(4), 508-514.
- Simões, A. (2010). *Avaliação por bioimpedância da composição corporal em adolescentes femininos pós-menarcais* Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Singh, S., & Goyal, A. (2007). The origin of echocardiography. *Texas Heart Institute Journal*, 34(4), 431-438.

- Spirito, P., Pelliccia, A., Proschan, M., Granata, M., Spataro, A., Bellone, P. (1994). Morphology of the athletes heart assessed by echocardiography in 947 athletes representing 27 sports. *American Journal of Cardiology*, 74, 802-806.
- Stratton, G., Relly, T., Williams, M., & Richardson, D. (2004). *Youth Soccer from Science to Performance*. London: Routledge.
- Tlauka, M., Williams, J., & Williamson, P. (2008). Spatial ability in secondary school students: intra-sex differences based on self-selection for physical education. *British Journal of Psychology*, 99(Pt 3), 427-440.
- Trivers, R., Manning, J., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormonal Behavior*, 49(2), 150-156.
- Urhausen, A., Monz, T., & Kindermann, W. (1996). Sports-specific adaptation of left ventricular muscle mass in athlete's heart. I. An echocardiographic study with combined isometric and dynamic exercise trained athletes (male and female rowers). *International Journal of Sports Medicine*, 17 Supplement 3, S145-151.
- 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.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 923-929.
- Voracek, M., Manning, J., & Dressler, S. (2007). Repeatability and interobserver error of digit ratio (2D:4D) measurements made by experts. *American Journal of Human Biology*, 19(1), 142-146.
- Voracek, M., Reimer, B., & Dressler, S. (2010). Digit ratio (2D:4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(6), 853-860.
- Whyte, G., George, K., Nevill, A., Shave, R., Sharma, S., & McKenna, W. (2004). Left ventricular morphology and function in female athletes: a meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 25(5), 380-383.

- Whyte, G., George, K., Sharma, S., Firoozi, S., Stephens, N., Senior, R. (2004). The upper limit of physiological cardiac hypertrophy in elite male and female athletes: the British experience. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 592-597.
- Whyte, G., George, K., Sharma, S., Martin, L., Draper, N., & McKenna, W. (2000). Left ventricular structure and function in elite judo players. *Clinical Exercise Physiology*, 2(4), 204-208.

ANEXOS

ANEXO 1

Variáveis Antropométricas

(Antropometria de Superfície e Medidas Antropométricas Compostas)

Antropometria de superfície

Massa Corporal

Apesar de na medição da massa corporal ser desejável que os sujeitos se apresentem desprovidos de vestuário, a roupa é limitada a peças leves, ficando os observados em fato de banho ou em calções e camisola de manga curta e descalços.

Estatuta

Com a mesma roupa, permitida na medição da massa corporal, o observado é encostado à parede onde previamente se fixa o estadiómetro sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o Plano Horizontal de Frankfurt.

Altura sentado

Aproveitando a organização do estadiómetro, o observado senta-se de modo a permitir a medição da altura sentado.

Comprimento dos membros inferiores

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

Diâmetros:

Diâmetro biacromial

O sujeito é medido na posição de pé, com a mesma postura adoptada para a medição da estatura, tendo os membros superiores caídos ao lado do tronco. O antropometrista coloca-se atrás do observado, sendo a medição efectuada com o antropómetro de ponteiros rectos sobre os pontos acromiais.

Diâmetro bicristal

O sujeito mantém-se na posição referida acima, assumindo um posicionamento frontal ao antropometrista, que aplica as hastes do antropómetro aos pontos mais laterais da crista ilíaca ao nível da linha midaxilar.

Diâmetro bicôndilo-umeral

Medido entre o epicôndilo e a epitróclea umerais, com o cotovelo elevado à altura do ombro e flectido a 90°.

Diâmetro bicôndilo-femoral

Medido entre os dois pontos mais salientes dos côndilos femorais, com o joelho flectido a 90°.

Perímetros:

Perímetro braquial máxima

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

Circunferência geminal

A medida é obtida perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna direita, ao nível da sua máxima circunferência.

Pregas de gordura subcutânea

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutânea, recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper*. As pregas são medidas dos valores locais dos depósitos de gordura subcutânea. A técnica de medição das pregas de gordura subcutânea é efectuada usando o polegar e o indicador em forma de pinça, destacando-se com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos outros tecidos subjacentes. Com a prega agarrada de forma firme, colocam-se as pontas do adipómetro a cerca de 2 cm ao lado dos dedos, a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, numa posição perpendicular em relação à prega. As pontas do adipómetro deverão apresentar uma pressão constante de 10 g/mm².

Tricipital

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

Subescapular

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

Suprailíaca

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

Geminal

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

Medidas antropométricas

Índices:

Índice de androginia

Os diâmetros biacromial e bicristal são utilizados na determinação do grau de masculinidade do tronco. Segundo Tanner *et al.* (1951), este índice possui melhor poder discriminativo entre os elementos masculinos e femininos do que a rácio dada pela divisão dos diâmetros bicristal e biacromial. A rácio é determinada pela seguinte fórmula:

$$3 \times \text{diâmetro biacromial} - \text{diâmetro bicristal}$$

Índice Ponderal Recíproco

Também conhecido como índice de Sheldon, é um índice que relaciona o peso e a estatura. Este índice possui uma melhor fundamentação matemática, já que o peso é uma variável de dimensões cúbicas e a altura uma variável de dimensões lineares. O índice ponderal recíproco é calculado da seguinte maneira:

$H/P^{1/3}$, onde H corresponde à estatura em centímetros e P ao peso em quilos.

Somatotipologia:

Para a determinação do somatótipo utilizaram-se os procedimentos previstos por Heath & Carter (1990) quanto ao endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo.

Endomorfismo

No cálculo desta componente utilizámos a fórmula:

$$0,1415X - 0,00068X^2 + 0,0000014X^3 - 0,7182$$

onde X é o valor da soma das pregas subescapular, tricipital e supraílica multiplicado por: 170,18 /Estatura

Mesomorfismo

Determinado com recurso à seguinte fórmula:

$$0,858H + 0,601F + 0,188B + 0,161G - 0,131A + 4,5$$

onde **H** e **F** são as medidas dos diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo femoral, **B** e **G** as circunferências braquial e geminal corrigidas (isto é, subtraídos aos seus valores o das pregas tricipital e geminal, respectivamente), e **A** a altura.

Ectomorfismo

Na determinação da terceira componente do somatótipo necessitámos de calcular previamente o índice ponderal recíproco (IPR). Calculado o índice ponderal recíproco, aqui representado por **I**, teremos:

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

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

Se $IPR \leq 38.25$, ectomorfismo = 0.1