



Paulo Moura Relvas de Sousa e Silva

## ESTUDO MULTIDIMENSIONAL DO PERFIL DO ATLETA DE KICKBOXING PORTUGUÊS NA ETAPA PRÉ-PROFISSIONAL:

Composição corporal, morfologia da mão, aptidão em protocolos maximais de curta e média duração, parâmetros ecocardiográficos, dinamometria isocinética e orientação para a realização de objetivos

Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens,  
apresentada à Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Abril 2015



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Paulo Moura Relvas de Sousa e Silva

**ESTUDO MULTIDIMENSIONAL DO PERFIL DO ATLETA DE  
KICKBOXING PORTUGUÊS NA ETAPA PRÉ-PROFISSIONAL:**

Composição corporal, morfologia da mão, aptidão em protocolos maximais de curta e média duração, parâmetros ecocardiográficos, dinamometria isocinética e orientação para a realização de objetivos

*Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, apresentada à Faculdade 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 Luís Manuel Pinto Lopes Rama; Prof. Doutor Manuel João Cerdeira Coelho e Silva.*

Coimbra, 2015

Sousa-e-Silva, P.M.R. (2015). Estudo multidimensional do perfil do atleta de Kickboxing Português na etapa pré-profissional: Composição corporal, morfologia da mão, aptidão em protocolos maximais de curta e média duração, parâmetros ecocardiográficos, dinamometria isocinética e orientação para a realização de objetivos. Tese para obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

## **DEDICATÓRIA**

*À minha mãe, por todos os esforços que fez para que eu pudesse finalizar mais uma etapa da minha vida. Obrigado mãe, por tudo!*

## **AGRADECIMENTOS**

O homem é um ser social, que necessita da interação com os seus semelhantes para sobreviver. Dessa forma, todos os que se cruzam no nosso caminho acabam por contribuir direta ou indiretamente no nosso percurso, influenciando o resto da nossa vida. Certamente que tive sorte em encontrar pessoas durante o meu percurso, que me ajudaram a ultrapassar todos os obstáculos que fui enfrentando e a vencer na vida. E é por isso que seria incorreto deixar de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram a chegar até aqui.

À minha família que sempre me ajudou, especialmente aos meus pais, à minha tia e madrinha Ana Guadalupe, ao meu tio e padrinho Francisco, à minha mulher e à minha querida filha Maria. A família é sem dúvida o mais importante pilar na transmissão de valores.

Aos fantásticos orientadores desta dissertação, Professor Manuel João e Professor Luís Rama, por todo o conhecimento que me foram transmitindo ao longo deste percurso, pela disponibilidade sempre demonstrada e pela exigência imposta que fez com que procurasse sempre mais e melhor.

A toda a equipa de investigação e aos colegas que colaboraram, especialmente ao João Duarte e ao Diogo Martinho, pela ajuda preciosa na recolha dos dados e no apoio de todas as dúvidas que tive ao longo do trabalho.

Aos meus treinadores Miguel Silva, Nuno Cordeiro e Paulo Nogueira, que me inculcaram o gosto pela modalidade e que fizeram de mim o atleta e treinador que sou hoje, procurando sempre evoluir cada vez mais.

Por fim, não poderia deixar de agradecer a todos os meus amigos, que me ajudaram nas escolhas certas que fui fazendo ao longo da vida, ajudando dessa forma a construir este percurso.

## RESUMO

O Kickboxing nasceu por influência de outros desportos de combate e artes marciais. A competição é dividida por escalões de massa corporal. Os combates são marcados por ritmos intensos, tendo como objetivo pontuar o mais possível ou vencer pela via mais rápida, o nocaute. O objetivo desta pesquisa centra-se num vasto leque de variáveis tendo em vista a caracterização do atleta de Kickboxing Português, na etapa pré-profissional. Para tal, foram avaliados nove atletas de elite, de diferentes clubes, com uma média de idades de  $23.9 \pm 3$  anos e uma variação na massa corporal entre os 55.1kg e os 86.7kg. Os atletas demonstraram um baixo valor de massa gorda através de uma análise da composição corporal por multimétodo (bioimpedância, pletismografia de ar deslocado e absorciometria de raio-x de energia dupla), tendo a média de valores das três avaliações oscilado entre  $9.1 \pm 2.4\%$  e  $11.1 \pm 2.3\%$ . Estes atletas demonstraram ainda níveis elevados de potência aeróbia num protocolo de corrida no tapete rolante e de potência mecânica máxima e média decorrentes de um protocolo de 30 segundos no cicloergómetro, comparativamente a outros desportos de combate ( $62.43 \pm 4.77$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $13.71 \pm 1.18$  w.kg<sup>-1</sup> e  $8.79 \pm 0.58$  w.kg<sup>-1</sup>, respetivamente); bons níveis de força muscular nos extensores e flexores do joelho, avaliados por dinamómetro isocinético; dimensões cardíacas alteradas em algumas das variáveis; rácio 2D:4D da mão direita entre 0.95 e 1.04 e ainda uma predominância de objetivos orientados para a tarefa ( $4.75 \pm 0.42$ ) e não tanto para o ego. Resumidamente, o atleta Kickboxing é um atleta caracterizado por um exigente e combinado conjunto de atributos, com valorização da necessidade de manter níveis baixos de massa gorda, combinados com uma extraordinária aptidão de força e de produção de energia em curtos lapsos de tempo, sem negligenciar a aptidão da via oxidativa, parecendo que tal é produto de uma enorme orientação para a realização de tarefas e não tanto para a valorização de aspetos centrípetas da personalidade do atleta.

**Palavras-chave:** antropometria,  $VO_{2max}$ , potência anaeróbia, isocinético, ecocardiografia, dígitos, TEOSQ.

## ABSTRACT

Kickboxing was born under the influence of other combat sports and martial arts. The competition is organized by body mass levels. Competitions are characterized by intense episodes including ballistic appendicular movements with precision. The objective of this study was to characterize the Portuguese Kickboxer at pre-professional stage. The sample comprised nine elite athletes from different clubs, aged  $23.9 \pm 3$  years. Body mass ranged between 55.1kg and 86.7kg and, in addition, athletes demonstrated a low values of fat mass assessed by bioimpedance, displaced air plethysmography and x-ray absorptiometry dual energy. Mean values fluctuated between  $9.1 \pm 2.4\%$  and  $11.1 \pm 2.3\%$ . Athletes have also expressed high levels of aerobic power obtained from direct measurement of oxygen uptake adopting a treadmill protocol, maximal and average mechanical power derived from 30-s cycle-ergometer based test, compared to other combat sports ( $62.43 \pm 4.77 \text{ mL.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $13.71 \pm 1.18 \text{ w.kg}^{-1}$  and  $8.79 \pm 0.58 \text{ w.kg}^{-1}$ , respectively); high levels of muscular strength in the knee extensors and flexors evaluated by isokinetic dynamometer. It was also possible to determine cardiac dimensions and hand morphology (ratio 2D:4D) of the right hand between 0.95 and 1:04 and predominant orientation towards task ( $4.75 \pm 0.42$ ). In summary, top athletes in kickboxing are characterized by a set of extremely developed functional characteristics with particular importance form short-term efforts, combined with high level of isokinetic strength and low values of fat mass with a predominant orientation for task instead of being oriented to ego aspects.

**Keywords:** anthropometry,  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , anaerobic power, isokinetic, echocardiography, digit ratio, TEOSQ.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

% - Percentagem

AEIC - Associação Europeia de Imagiologia Cardíaca

b-min – Batimentos por minuto

BMC – Conteúdo mineral ósseo

BMCa – Área do conteúdo mineral ósseo

BMD – Densidade mineral óssea

cm – Centímetro

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

DAE - Diâmetro do átrio esquerdo

RA - Diâmetro da raiz da aorta

FC – Frequência cardíaca

Fej - Fração de ejeção do ventrículo esquerdo

Fenc – Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo

EPRVE - Espessura parietal relativa

g - Grama

kg – Quilograma

L – Litro

LAe – Limiar aeróbio

LAn – Limiar anaeróbio

LBM – Massa magra

LV1- Limiar ventilatório 1

LV2 – Limiar ventilatório 2

LVs – Limiares ventilatórios

m - Metro

MEEL – Máximo estado estável de lactato no sangue

MF-Ej-A - Momento forma máximo nos extensores do joelho

MF-Ej-R - Momento forma máximo relativo nos extensores do joelho

MF-Fj-A - Momento forma máximo nos flexores do joelho

MF-Fj-R - Momento forma máximo relativo nos flexores do joelho

min - Minuto



mL – Mililitro  
mm - Milímetro  
MMA – Mix Martial Arts  
mmol - Milimol  
mOsm – Miliosmol  
ms – Milisegundo  
MVE – Massa ventricular esquerda  
NCAA - National Collegiate Athletic Association  
N.m – Newton-metro  
O<sub>2</sub> – Oxigénio  
Pg - Picograma  
PKA - Professional Karate Association  
PPVEd – Parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole  
r – Rotações  
Rz – Resistência  
SAE – Sociedade Americano de Ecocardiografia  
SC – Superfície corporal  
Sid – Espessura do septo interventricular  
VE – Ventrículo esquerdo  
VED - Diâmetro ventrículo esquerdo na diástole  
VEs - Diâmetro ventrículo esquerdo na sístole  
VO<sub>2max</sub> – Consumo máximo de oxigénio  
VD - Volume telediastólico do ventrículo esquerdo  
VS - Volume telesistólico do ventrículo esquerdo  
Xc – Reactância  
WAKO – World Association of Kickboxing Organizations  
WAnT – Teste de Wingate  
WAnT-P – Potência mecânica máxima  
WAnT-PA – Potência mecânica máxima absoluta  
WAnT-PR – Potência mecânica máxima relativa  
WAnT-M – Potência mecânica média  
WAnT-MA – Potência mecânica média absoluta

WAnT-MR - Potência mecânica média relativa

WAnT FI - Índice de Fadiga

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal em atletas de Kickboxing (n=9).....	30
<b>Tabela 2.</b>	Estatística descritiva para as pregas de gordura subcutânea em atletas de Kickboxing (n=9).....	31
<b>Tabela 3.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição corporal por bioimpedância em atletas de Kickboxing (n=9) .....	32
<b>Tabela 4.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição corporal por pletismografia de ar deslocado em atletas de Kickboxing (n=9).....	33
<b>Tabela 5.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição corporal por absorciometria de raio-x de energia dupla em atletas de Kickboxing (n=9).....	34
<b>Tabela 6.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova maximal de curta duração em cicloergómetro (teste de Wingate em 30 segundos) em atletas de Kickboxing (n=9).....	35
<b>Tabela 7a.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova de avaliação da potência aeróbia no tapete rolante em atletas de Kickboxing (n=9) .....	36
<b>Tabela 7b.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes do patamar final da prova de avaliação da potência aeróbia no tapete rolante em atletas de Kickboxing (n=9).....	37
<b>Tabela 9.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes do exame ecocardiográfico em atletas de Kickboxing (n=9).....	38
<b>Tabela 10.</b>	Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova de avaliação da força em dinamómetro isocinético nas velocidades angulares de $60^{\circ}\text{s}^{-1}$ e $180^{\circ}\text{s}^{-1}$ (extensores do joelho em modo concêntrico; flexores do joelho em modo concêntrico) em atletas de Kickboxing (n=9).....	39
<b>Tabela 11.</b>	Estatística descritiva para as variáveis de morfologia da mão em atletas de Kickboxing (n=9).....	40

<b>Tabela 12.</b> Estatística descritiva para os itens do questionário de orientação para a realização de objetivos (TEOSQ) e fatores extraídos do questionário em atletas de Kickboxing (n=9).....	40
---	----

## LISTA DE CONTEÚDOS

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE CONTEÚDOS.....	xii
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Estruturação temporal da competição .....	3
2.2. Composição corporal.....	4
2.3. Força muscular .....	6
2.4. Vias metabólicas.....	8
2.5. Ecocardiografia.....	12
2.6. Orientação para a realização de objetivos.....	14
2.7. Morfologia da mão.....	17
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
3.1. Amostra .....	19
3.2. Procedimentos .....	19
3.3. Antropometria de corpo todo .....	19
3.4. Volume apendicular da coxa.....	20
3.5. Morfologia da mão.....	21
3.6. Bioimpedância .....	21
3.7. Plestismografia de ar deslocado .....	21
3.8. Absorciometria de raio-x de dupla energia (DXA).....	22
3.9. Exames ecocardiográficos .....	22
3.10. Teste wingate dos membros inferiores (WAnT).....	23
3.11. Consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) no tapete rolante .....	24
3.12. Dinamómetro isocinético para avaliação dos flexores e extensores do joelho....	25
3.13. Orientação para a realização de objetivos.....	25

3.14. Análise de dados.....	26
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
3.1. Composição corporal.....	42
3.2. Conteúdo mineral do tecido ósseo.....	44
3.3. Aptidão decorrente da avaliação em protocolos maximais de curta duração .....	44
3.4. Aptidão decorrente da avaliação em protocolos maximais de média duração .....	46
3.5. Coração do atleta.....	50
3.6. Mecanismos neuro-musculares de produção de movimento e avaliação da força.....	51
3.7. Outros traços fenotípicos.....	53
3.8. Informações complementares da avaliação do atleta.....	54
3.9. Resumo e reconhecimento de limitações .....	55
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

O Kickboxing pode ser considerado um desporto de combate híbrido, tendo em conta que nasceu por influência de outras artes marciais e desportos de combate (Buse, 2009; Duarte, 2013; Shapira, 2009). Tendo em conta a complexidade desta modalidade, o Kickboxing pertence ao grupo dos desportos acíclicos poliestruturais, o que significa que não é possível prever as soluções ou que estas são altamente estruturadas (Malacko, 1986, citado por Krupalija & Kapo, 2010). Caracteriza-se por mudanças constantes de direção em condições indeterminadas, com intensidades e tempos de trabalho variadas. A estrutura da modalidade consiste em quatro parâmetros: ataque, defesa, contra-ataque e estilo de combate, os quais dependem das capacidades técnico-táticas do kickboxer, que estão interligadas com a sua preparação motora (Kapo et al., 2004, citado por Krupalija & Kapo, 2010). O Kickboxing requer skills complexos e uma excelente tática para obter sucesso (Ouergui et al., 2014). Esse sucesso é conseguido obtendo um maior número de pontos em relação ao adversário, através da aplicação de golpes com os punhos e as pernas (também com os joelhos, no caso da disciplina de K1) nas zonas legais de pontuação (e.g., cara, tronco) que demonstrem clara intenção de acertar no adversário, com velocidade, precisão, equilíbrio e potência. (WAKO, 2012a, 2012b, 2012c). A vitória também é possível de obter por nocaute, por abandono do adversário ou por suspensão do árbitro devido à inferioridade física de um dos atletas.

Vários estudos, têm sido realizados em diversos desportos de combate e artes marciais, com o intuito de caracterizar o perfil fisiológico e antropométrico dos atletas: Boxe (Chaabène et al., 2014; Guidetti, Musulin, & Baldari, 2002; Khanna & Manna, 2006; Smith, 2006), Karate (Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer, & Chamari, 2012; Tabben et al., 2014), Taekwondo (Bridge, Santos, Franchini, Chaabène, & Pieter, 2014; Tabben et al., 2014), Wushu (Artioli et al., 2009), Mix Martial Arts (MMA) (Alm, 2013; Lovell, Bousson, & McLellan, 2013; Schick et al., 2010), Judo (Franchini, Boscolo, & Vecchio, 2011; Franchini, Nunes, Moraes, & Del Vecchio, 2007; Franchini, Takito, Kiss, & Sterkowicz, 2005; Tabben et al., 2014), Sumo (Beekley, Abe, Kondo, Midorikawa, & Yamauchi, 2006), Jiu-Jitsu Brasileiro (Del Vecchio, Bianchi, Hirata, & Chakon-Mikahil, 2007; Vidal Andreato et al., 2011), Luta Olímpica (Callan et al., 2000; Saad, 2012; Yoon,

2002). No entanto, no caso do Kickboxing, apenas foi efetuado um estudo deste género (Zabukovec & Tiidus, 1995; n=4), apesar se ser uma modalidade em franca expansão a nível nacional e internacional. Torna-se necessário traçar e conhecer o perfil antropométrico e fisiológico dos atletas de Kickboxing, de forma a poder explorar algumas lacunas no conhecimento da modalidade e a ter as ferramentas necessárias para um melhor planeamento e preparação desportiva dos atletas.

Assim, o objetivo do presente estudo prende-se com a caracterização do atleta de Kickboxing referenciador das metas da formação desportiva, num conjunto amplo de domínios de variáveis (tamanho corporal total e apendicular, composição corporal, aptidão em provas maximais de curta e média duração, fatores neuromusculares de produção de força, parâmetros ecocardiográficos e ainda orientação para a realização de objetivos) e assumindo uma abordagem multi-método da composição corporal (bioimpedância, pletismografia de ar deslocado e absorciometria radiológica de feixe duplo).



## **CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA**

### 2.1. Estruturação temporal da competição

A estruturação temporal da competição é feita conforme o tipo de competição e estilo de combate. Nas competições amadoras (Classe C), o combate é composto por três assaltos de dois minutos cada, seja qual for o estilo de combate (*full-contact*, *low-kick* ou *k1*). Nas competições amadoras (Classe B), também chamadas de neoprofissionais, o combate é composto por quatro assaltos de dois minutos cada, seja qual for o estilo de combate. Já nas competições profissionais (Classe A), disciplinas de *low-kick* e *k1*, os combates têm a duração de três a cinco assaltos de três minutos cada (cinco no caso de combates para títulos nacionais ou internacionais). No caso do *full-contact*, os combates sem título são compostos por seis a oito assaltos de dois minutos cada ou três assaltos de três minutos cada. Em combates para títulos, o número de assaltos sobe para oito (títulos nacionais), dez (títulos europeus ou intercontinentais) ou doze (títulos mundiais), sempre com a duração de dois minutos em cada assalto. Nas três situações (Classe C, B e A) o intervalo de descanso entre assaltos é de um minuto (Federação Portuguesa de Kickboxing e Muay-Thai, 2013; WAKO, 2012a, 2012b, 2012c; WAKO-PRO, 2014b).

Nas competições internacionais (WAKO *rules*), os Campeonatos da Europa e do Mundo de Amadores são disputados em Classe C, sendo permitida, no entanto, a participação de atletas profissionais (Classe A) (WAKO, 2012a, 2012b, 2012c). Já os títulos de profissionais (Classe A), apenas são permitidos serem disputados por atletas que tenham uma determinada posição no ranking mundial (e.g., só os cinco primeiros atletas do ranking, podem desafiar o campeão mundial para disputa de um título mundial). Os atletas pontuam consoante os resultados obtidos nas competições internacionais amadoras (WAKO-PRO, 2014a).

A Classe B existe apenas a nível nacional, para permitir aos atletas que tenham atingido um certo nível de performance, poderem progredir antes de uma possível passagem a profissionais.

## 2.2. Composição corporal

A maioria dos desportos de combate é por categorias de peso, de forma a equilibrar os combates, minimizando as diferenças de peso, força e velocidade entre os atletas (Perón, Garcia, Alvarez, Filho, & Silva, 2009). Como tal, os atletas tendem a reduzir ao máximo a sua massa gorda e mesmo a sua massa corporal para competir nas categorias de peso mais baixas. Uma redução de 5% da sua massa corporal na semana anterior à competição tende a ser comum (Artioli et al., 2010; Artioli, Franchini, & Lancha Junior, 2006; Boguszewski et al., 2012; Artioli & Franchini, 2010) sendo que alguns lutadores apresentam uma redução ainda maior, como é o caso preocupante de um lutador que reduziu a sua massa corporal em 18.1% (Szygula, 2006, citado por Boguszewski et al., 2012). Alguns atletas que já se encontram com um ótimo percentual de gordura para a modalidade, insistem em baixar de categoria de peso corporal (Perón et al., 2009). Esta prática, baseia-se na premissa de que os lutadores obtêm uma vantagem competitiva em relação aos seus adversários, uma vez que teoricamente irão enfrentar atletas mais leves e fracos (Artioli et al., 2006). As práticas utilizadas para a redução da massa corporal são muito variadas: restrição da ingestão de líquidos, uso de agasalhos e sacos plásticos, restrição da ingestão energética ou jejum no dia anterior à pesagem, indução de vômito, consumo de pílulas dietéticas, uso de laxantes e diuréticos (Artioli & Franchini, 2010, citado por Franchini et al., 2011), e métodos ativos como a corrida (Smith, 2006) . Desta forma, o peso corporal é uma preocupação constante entre atletas e membros da equipa técnica, uma vez que é um dos principais fatores que influem no rendimento físico ou na classificação para uma determinada categoria de peso corporal (Perón et al., 2009). Perdas de peso muito rápidas podem levar à desidratação extrema, que por sua vez tem consequências nefastas para a saúde, podendo inclusive levar a casos de morte, como foi o caso de três atletas de Luta Olímpica, em 1997, que perderam 6.7 a 10% do seu peso corporal (CDC, 1998).

Smith (2006), através de uma base de dados de 130 pugilistas da seleção nacional inglesa, com dados obtidos entre 1987 e 2004, verificou que uma perda de peso gradual (8 a 21 dias) e rápida (0 a 7 dias) é evidente, com  $2.2 \pm 0.3 \%$  dos  $7 \pm 0.8 \%$  de peso perdido a ocorrer nas últimas 24 horas. O mesmo autor, reporta dados de osmolaridade urinária de 12 atletas da mesma base de dados, que participaram em dois torneios multi-nações. Na primeira competição, os dados foram colhidos num período de 10 a 18 dias, demonstrando que apenas os atletas de 67 kg e 91 kg alcançaram algum período de equilíbrio hidroeletrólítico, mas nenhum deles alcançou uma medalha. Os restantes 10 atletas tiveram pelo menos uma amostra superior a  $1000 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$ , sendo que três dos seis medalhados tiveram pelo menos uma amostra superior a  $1200 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$ , como foi o caso do atleta de 81 kg (medalha de ouro), que teve um valor de osmolaridade urinária de  $1177 \pm 73 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Os mesmos resultados foram encontrados na segunda competição, onde apenas o atleta de 91 kg demonstrou algum período de equilíbrio hidroeletrólítico, mas mais uma vez este atleta não foi medalhado. Os pugilistas das restantes 11 categorias, apresentaram pelo menos uma amostra superior a  $1000 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$  e três dos sete medalhados apresentaram pelo menos uma amostra de  $1200 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Zatsiorsky & Kraemer (2006) afirmam que reduzir a massa corporal pode ser uma estratégia aceitável, quando essa redução é feita de forma adequada e nunca maior do que 1 kg por semana em atletas de nível razoável ou 2.5 kg por semana em atletas de elite. No entanto, os autores concordam que uma redução extrema da massa corporal pode ser prejudicial para a performance atlética e perigosa para a saúde. Um aspeto essencial a ter em conta é o tempo de recuperação após a pesagem, que tem grande relevância para o desempenho dos atletas e deve ser tomado em conta, quando se pretende elaborar a melhor estratégia de controlo do peso corporal dos atletas (Artoli et al., 2011). Um estudo realizado com 40 lutadores de MMA, com o objetivo de analisar o estado de desidratação e o ganho de peso corporal depois das pesagens oficiais, verificou que os lutadores perdiam cerca de 4.4% do seu peso corporal, mas voltavam a ganhá-lo nas 22 horas seguintes à pesagem, já que neste caso, as pesagens oficiais eram realizadas 24 horas antes dos combates (Jetton et al.,

2013). Este ciclo de “ganhar-perder” peso, comumente chamado de *weight-cycling* é bastante comum nos desportos de combate e acarreta inúmeros riscos para a saúde quando usado de forma regular, como disfunções do sistema cardiovascular e interrupção temporária do crescimento (Mccargar & Crawford, 1992).

Embora a maioria das práticas de redução da massa corporal utilizadas pelos atletas sejam prejudiciais ao organismo, esta é uma prática comum, pelo que se torna necessário avaliar a composição corporal e o estado nutricional dos lutadores, bem como encontrar estratégias mais seguras para os atletas não correrem riscos desnecessários. Sendo assim, a presença de um profissional de nutrição junto dos atletas de alto rendimento, torna-se uma mais-valia. É também de suma importância, o conhecimento do perfil antropométrico dos atletas, evitando assim, que os atletas lutem em categorias de peso cujos limites não correspondem às suas características antropométricas (Perón et al., 2009).

### 2.3. Força muscular

No Kickboxing, assim como em muitos outros desportos de combate, o treino de força é um assunto tabu para alguns treinadores, onde os mais conservadores veem o treino de força como algo prejudicial, com influência negativa na técnica e na velocidade dos seus atletas. Felizmente, existem cada vez mais treinadores em busca do conhecimento científico, na procura de melhorar as suas metodologias de treino, já que o treino de força se torna essencial para atingir elevadas performances durante a competição (Sale, 1991, Tenhonen et al., 1994, citado por Marques, 2004). Os princípios do treino desportivo, utilizados no treino da força de atletas de luta, remontam já a 510 a.c., com o princípio da sobrecarga progressiva, onde segundo a lenda, Milo de Crotona realizava o seu treino de força utilizando um bezerro, o que resultava num aumento progressivo da carga à medida que o animal crescia (Fry & Newton, 2006). A maioria dos movimentos atléticos são explosivos, pelo que a lenta velocidade de contração no culturismo tem um *transfer* positivo limitado para o desporto. Como exemplo, temos o exercício da Cadeira Extensora que é três vezes mais lento (600 ms) que um skill atlético (100 a 180 ms) (Bompa, 1999). Os atletas

de elite devem usar exercícios e métodos de treino mais específicos, para aumentar a sua preparação competitiva (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

No treino de força dos atletas de Kickboxing, devem ser incluídos sobretudo exercícios multiarticulares que imitem as amplitudes e os planos usados em competição (Buse, 2009). Sendo a potência essencial para o Kickboxing, o treino de força funciona como base para esta qualidade física. Os ganhos de força podem incrementar a força de uma contração máxima e a velocidade de uma contração submáxima, a qual é altamente relevante para o treino da potência. Além disso, o treino de força pode reduzir o risco de lesão ao fortalecer as estruturas miotendinosas que suportam as articulações. Os exercícios multiarticulares são aqueles que melhor aumentam o nível de força geral. No caso do agachamento, este é um exercício que melhora a força do trem inferior, o que se irá transferir em golpes de pernas mais explosivos (Buse & Santana, 2008). Para Bompa (1999), um pugilista amador (boxe – desporto com características semelhantes ao Kickboxing), deve ter como objetivos de treino principais, os subtipos tipos de força potência inicial, potência reativa, potência-resistência e resistência muscular de média duração.

Cada golpe de punhos, direto, gancho ou *uppercut*, envolve a tripla extensão, extensão essa que envolve o tornozelo, o joelho e a anca para gerar força a partir do solo. Elementos adicionais da cadeia cinética finalizam o golpe. São eles o tronco, o ombro e o braço (Turner, 2009). Filimonov, Koptsev, Husyanov, & Nazarov (1985) analisaram o direto da direita de 120 pugilistas, classe júnior até classe elite, onde os resultados demonstraram que os pugilistas de elite geram a força dos seus golpes maioritariamente da musculatura dos membros inferiores, já os pugilistas de classe inferior geram a força dos seus golpes maioritariamente do tronco e dos braços. Podemos então concluir que o uso de exercícios de força baseados na tripla extensão é essencial para o Kickboxing. Turner (2009), refere que o treino deve estar focado na taxa de desenvolvimento de força, conseguido através do treino balístico (explosivo). Com este treino, é aumentado o declive da porção inicial da curva força-tempo, especialmente nos primeiros 200-300 ms, quando os golpes são mais prováveis de ocorrer. O mesmo autor sugere a implementação de exercícios de levantamentos olímpicos no plano de treino de força dos atletas de Muay-Thai

(muito similar ao Kickboxing), devido ao transfer positivo existente para a modalidade: desenvolvimento da taxa de produção de força, uso da tripla extensão e também de exercícios pliométricos. O uso do treino pliométrico traduz-se não só no aumento da potência dos golpes, mas também no emprego de golpes explosivos com regularidade (Turner, 2009), ajudando dessa forma no aumento de uma das qualidades essenciais para o Kickboxer, a potência-resistência (Bompa, 1999).

No treino de força máxima, o atleta deverá alternar exercícios de parte superior e parte inferior, de forma a prevenir uma excessiva hipertrofia muscular (Turner, 2009) para que o atleta aumente a sua força, sem ter de subir de categoria de peso competitivo.

Um aspeto a ter em conta, muitas vezes esquecido, é o desenvolvimento de rácios adequados entre a cadeia anterior e posterior, visto os pugilistas usarem e desenvolverem mais a musculatura anterior do que a posterior (Amtmann, 2004), o que os vai deixar expostos a tensões musculares nos músculos mais fracos (Turner, 2009). Para além disso, aumentar a força muscular nos antagonistas poderá aumentar a velocidade e precisão do movimento (Jarić, Ropret, Kukolj, & Ilić, 1995)

#### 2.4. Vias metabólicas

O Kickboxing é considerado um desporto com um contributo anaeróbio decisivo (Buse & Santana, 2008; Buse, 2009; Nikolaïdis, Fragkiadiakis, Papadopoulos, & Karydis, 2011), devido à intensidade de aplicação dos golpes durante os assaltos (Nikolaïdis et al., 2011). O boxe, desporto muito similar ao Kickboxing, é estimado ser 70 a 80 % anaeróbio e 20 a 30 % aeróbio (Ghosh, Goswami, & Ahuja, 1995), sendo a contribuição do sistema aeróbio maior e mais importante quanto maior for a duração e número dos assaltos (Arseneau, Mekary, & Léger, 2011; Buse, 2009), os quais variam conforme a classe do atleta e tipo de prova. Tendo em vista que o Kickboxing é uma modalidade com um contributo metabólico anaeróbio elevado, os treinadores devem colocar uma ênfase específica no treino anaeróbio durante as sessões de treino de condição física, de modo a que os atletas consigam tolerar as exigências físicas e metabólicas de um combate (Ouergui et al., 2013). Os

treinadores mais conservadores, defendem o uso abundante do treino aeróbio para os seus atletas. No entanto, o treino aeróbio prolongado pode interferir com o desenvolvimento da potência e da força (Buse & Santana, 2008), embora esta afirmação não seja consensual entre alguns autores. A utilização de treino concorrente de força e de resistência poderá ser benéfica e inclusive tem-se mostrado eficaz, desde que sejam utilizados os mecanismos e as estratégias mais adequadas, de forma a reduzir o “fenómeno de interferência”(García-Pallars & Izquierdo, 2011).

O treino intervalado de alta intensidade (HIT) é considerado hoje em dia como um dos meios mais efetivos de aumentar a função cardiorrespiratória e metabólica, e conseqüentemente, a performance dos atletas (Buchheit & Laursen, 2013). Como o treino intervalado pode melhorar ambas as capacidades aeróbia e anaeróbia, este deve ser o principal método de treino para aumentar estas duas capacidades (Buse & Santana, 2008).

O rácio entre atividades de alta intensidade e baixa intensidade durante os combates é de cerca de 1:1 (Ouergui et al., 2014), um dado bastante importante que os treinadores devem ter em conta, para o trabalho de condição física dos seus atletas. Turner (2009), refere que os treinadores devem usar o protocolo denominado de “intervalos de combate”, composto por cinco segundos de trabalho intercalado com cinco segundos de descanso. Ouergui et al. (2014) refere igualmente que os treinadores devem ter em conta este rácio de 1:1, na estruturação do treino dos seus atletas, incluindo tempos de trabalho de dois a quatro segundos, intercalados com atividade de baixa intensidade (e.g., deslocamentos), durante três a cinco segundos. Este protocolo poderá ser usado em vários exercícios específicos, como a “sombra”, “saco”, “*plastron*” ou “*sparring*”.

O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) é definido como a maior taxa à qual o oxigénio pode ser captado e utilizado pelo corpo durante o exercício físico intenso (Basset Jr & Howley, 2000). Embora esta modalidade seja predominantemente anaeróbia, existe uma contribuição significativa do sistema aeróbio, principalmente nos combates profissionais que têm a duração de três minutos. Além disso, a

recuperação é facilitada pelo metabolismo aeróbio (Nikolaïdis et al., 2011; Smith, 2006). Os curtos períodos de descanso no Boxe (desporto muito similar ao Kickboxing no que toca à bioenergética) não permitem tempo suficiente para baixar os níveis de lactato, quando um nível de lactato muito alto é atingido. Dessa forma é necessário ter um limiar anaeróbio e uma potência aeróbia elevada (Guidetti et al., 2002). A importância de ter uma potência aeróbia elevada é suportada pelos dados de estudos já realizados com atletas de Kickboxing (Allard, 1984; Zabukovec & Tiidus, 1995) e Boxe (Arseneau et al., 2011; Chaabène et al., 2014; Ghosh, 2010; Guidetti et al., 2002; Khanna & Manna, 2006; Smith, 2006). Para além disso, o rácio de trabalho/descanso de 1:1 é um trabalho típico de aumento de potência aeróbia (Issurin, 2008).

Gosh (2010) avaliou o consumo de oxigénio, frequência cardíaca e lactatemia em situação de treino específico, em 6 pugilistas de elite. Foram observadas concentrações médias de lactato sanguíneo de  $14.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  e frequências cardíacas superiores a  $190 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , o que demonstra as elevadas exigências metabólicas da modalidade. Também Smith (2006) reportou valores de lactato sanguíneo médios de  $13.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  em 130 pugilistas de elite ingleses, a seguir às competições, o que demonstra a necessidade de uma capacidade anaeróbia bem desenvolvida e a importância de não entrar para o ringue num estado de depleção de glicogénio. Smith (2006), reportou igualmente valores elevados da frequência cardíaca (FC) (chegando ao valor médio de  $194 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  que os mesmos atletas atingiram durante um teste incremental em tapete rolante) em situação de simulação de combate (sparring), o que demonstra igualmente o desafio aeróbio da competição.

Como foi anteriormente referido e explicado, é essencial para um atleta desta modalidade ter um limiar anaeróbio (LAn) elevado (Guidetti et al., 2002), acrescentando ainda que no estudo realizado por Guidetti et al. (2002), foi verificado que uma das variáveis mais relacionadas com o ranking no Boxe era o LAn, já que ter um LAn elevado pode evitar ou atrasar a perceção de fadiga profunda, visto que a acumulação de lactato sanguíneo leva a uma exaustão prematura (Urhausen, Weiler, Coen, & Kindermann, 1994). Foram Wasserman & McIlroy (1964), que



introduziram o termo LAn, definindo-o como a intensidade de esforço, anterior ao aumento exponencial do lactato sanguíneo, em relação aos níveis de repouso, propondo que parâmetros ventilatórios poderiam ser utilizados para estimar o ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo. Posteriormente, verificou-se que existiam dois limiares, levando Kindermann, Simon, & Keul (1979) à introdução do termo “transição aeróbia-anaeróbia”. O Limiar Aeróbio (LAe) é o primeiro ponto de transição, caracterizado pela intensidade de exercício correspondente ao início do acúmulo do lactato sanguíneo. Já o segundo limiar, o limiar anaeróbio (LAn), é caracterizado quando existe um equilíbrio dinâmico máximo entre produção e remoção do lactato (Azevedo et al., 2009), representando assim a intensidade caracterizada pelo máximo estado estável de lactato no sangue (MEEL) (Heck et al., 1985).

O LAn tem sido amplamente utilizado por pesquisadores, fisiologistas, preparadores físicos e médicos (Denadai, 1995). É considerado um importante instrumento na prescrição da intensidade do exercício, bem como um indicador de performance (Azevedo et al., 2009; Denadai & Balikian Junior, 1995; Ghosh, 2004). A avaliação através da determinação de parâmetros ventilatórios é um dos métodos indiretos de identificação do LAn, método esse que se baseia nas mudanças do padrão da ventilação, do consumo de oxigênio e da produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante o exercício progressivo (Beaver, Wasserman, & Whipp, 1986; Reinhard, Müller, & Schmölling, 1979, citados por Silva, Deresz, & Lima, 2006) tendo em consideração o comportamento da ventilação (VE), equivalente ventilatório do O<sub>2</sub> (VE/VO<sub>2</sub>) e equivalente ventilatório do CO<sub>2</sub> (VE/VCO<sub>2</sub>). Existem dois pontos a serem identificados, pontos esses que marcam transições metabólicas, denominados limiares ventilatórios (LVs): limiar ventilatório 1 e limiar ventilatório 2 ou ponto de compensação respiratório (Skinner & McLellan, 1980; Reinhard, Müller, & Schmölling, 1979, citados por Silva et al., 2006).

Sendo o Kickboxing um desporto com um contributo anaeróbio decisivo, torna-se essencial a avaliação da capacidade e potência anaeróbia dos atletas. Os resultados de um estudo de caso com um atleta de elite de MMA, publicado por Lovell, Bousson, & McLellan (2013), demonstraram que o teste de Wingate (WANt)

pode ser usado para monitorizar as mudanças na intensidade do treino, durante a preparação para um combate. Bompá (1999), refere que para o Boxe (desporto similar ao Kickboxing), o aumento da potência-resistência deverá ser um dos objetivos principais do treino de força, pelo que os resultados do WAnT poderão ser um excelente indicador para controlo do treino.

### 2.5. Ecocardiografia

O coração apresenta um volume de aproximadamente 40 cm<sup>3</sup> logo após o nascimento. Esse volume, pode chegar até aos 600-800 cm<sup>3</sup> na fase adulta. No entanto, após o nascimento, o lado esquerdo do coração, em particular o ventrículo esquerdo, cresce mais rapidamente que o direito. A hipertrofia do ventrículo esquerdo está relacionada com a capacidade de bombear sangue contra uma maior pressão ou resistência (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Foi demonstrado, em muitas espécies animais, que as dimensões cardíacas variam em proporção com a dimensão corporal (Schmidt-Nielsen, 1984). A massa do ventrículo esquerdo (MVE) é geralmente normalizada para a estatura (g/m) ou área da superfície corporal (g/m<sup>2</sup>) (de Simone et al., 1992; Devereux et al., 1986; Lauer, Anderson, Kannel, & Levy, 1991), sendo que alguns estudos sugerem que os principais parâmetros ventriculares estejam mais relacionados com a massa corporal (Dai, Harrist, Rosenthal, & Labarthe, 2009; de Simone et al., 1992; Gutgesell, Paquet, Duff, & McNamara, 1977; Valente-Dos-Santos et al., 2013; Valente-dos-Santos et al., 2014), mais especificamente, com a massa magra (LBM). Usando a rácio MVE/LBM, remove-se as diferenças de género e o impacto sobrestimado da adiposidade subcutânea que mostra ter uma associação pouco significativa com a MVE (Bella et al., 1998; Foster et al., 2013; Hense et al., 1998).

O Treino atlético está associado ao aumento das dimensões cardíacas, comparativamente a indivíduos sedentários (Pelliccia et al., 2002; Rawlins, Bhan, & Sharma, 2009; Spirito et al., 1994). Estas mudanças adaptativas na estrutura cardíaca, causadas pelo treino, incluem um aumento do diâmetro das cavidades do coração e espessura das paredes, levando a um processo chamado de remodelagem

cardíaca (Castanheira et al., 2014), processo esse que é determinado por uma série de fatores demográficos, como a idade, gênero, tamanho corporal, etnia e modalidade desportiva (Rawlins et al., 2009). A hipertrofia cardíaca do atleta altamente treinado foi reconhecida há mais de um século (Bergmann, 1884 e Parrot, 1893, citados por Rost, 1986), estando comprovado que o treino físico intenso e prolongado provoca adaptações cardiovasculares que permitem ao coração do atleta desempenhos físicos extraordinários (Bevegard, Holmgren, & Johnson, 1963; Frick, Kontinen, & Sarajas, 1963), embora as alterações funcionais e anatómicas que advêm dessas adaptações se situem muitas vezes fora dos limites da normalidade e cujo significado clínico tem sido objeto de intensa discussão entre os profissionais de saúde (Cann, Muir, & Hills, 2000; Rost, 1986; Wilhelm & Seiler, 2012).

As alterações estruturais resultantes do exercício físico dependem da natureza, duração e intensidade do exercício. As modalidades desportivas classificam-se essencialmente em dois grandes grupos: desportos de resistência pura, onde predominam as formas isotónicas ou dinâmicas de exercício e os desportos de força, nos quais predominam as formas isométricas ou estáticas de exercício (Barros Neto, 1994; Frick et al., 1963; Ghorayeb & Batlouni, 1998). No entanto, embora haja uma predominância de um dos componentes em determinada modalidade desportiva, a maioria das modalidades combinam as duas componentes, combinando treino aeróbio e treino de força, resultando em aumentos no diâmetro do ventrículo esquerdo e na espessura das suas paredes em proporções diversas (Hoogsteen et al., 2004).

Na literatura não se encontram estudos ecocardiográficos feitos com atletas de Kickboxing, pelo que este estudo será pioneiro nesse campo, apresentando descritivamente os dados das principais variáveis ecocardiográficas de nove atletas de Kickboxing.

## 2.6. Orientação para a realização de objetivos

A Psicologia do Desporto é uma área da psicologia, que surgiu nos finais do séc. XIX e que com o desenvolvimento e profissionalização do desporto, vem assumindo cada vez mais importância neste domínio (Porto, 2001). Os investigadores têm identificado um número de variáveis que estão relacionadas com a alta performance nas artes marciais. Estas variáveis são compostas por habilidades psicológicas, que incluem a concentração, relaxamento e controlo da ansiedade, definição de objetivos, estratégias de visualização, simbolismo e diálogo interno. Outras variáveis psicológicas são compostas por características pessoais que podem ter impacto na performance, são estas a confiança e a motivação. Dado o elevado número de evidências que relaciona as habilidades mentais com a alta performance nas artes marciais, um treino individualizado de habilidades mentais deverá fazer parte do treino do atleta deste tipo de modalidade (Devonport, 2006).

Nos desportos de combate, o atleta “comunica” sempre com o seu adversário, percebe quase instantaneamente a mais pequena modificação na atitude do adversário (ritmo de respiração acelerado, contração de diferentes grupos musculares, variação do centro de gravidade, olhar, mimica impercetível e até mesmo mudança moral), o que significa o início de um determinado tipo de ataque. As artes marciais sempre geraram interesse para todos os tipos de pessoas, mas principalmente para os mais jovens. Esse interesse especial para a prática de artes marciais é principalmente explicado pela coincidência que existe entre o desejo intrínseco de cada indivíduo para melhorar a sua personalidade e os benefícios dessa melhora: o “eu físico” (biológico) que leva em consideração as características do corpo; o “eu espiritual”, composto pelas características psíquicas com o qual se nasce ou são adquiridas com o tempo; e o “eu social”, que significa as relações sociais e de integração (Paunescu, Gagea, Paunescu, Pitigoi, & Elisabeta, 2013).

A motivação pode ser definida simplesmente como a direção e a intensidade do esforço de um sujeito (Sage, 1977, citado por Weinberg & Gould, 2007). Os psicólogos do desporto e do exercício conseguem ver a motivação de diversos pontos vantajosos específicos, incluindo motivação para a realização, motivação na

forma de *stress* competitivo e motivação intrínseca e extrínseca. A direção do esforço refere-se às situações que o indivíduo procura, se aproxima, ou é atraído. A intensidade do esforço refere-se à quantidade de esforço que um indivíduo dedica a uma situação particular. A motivação é então a direção e a intensidade de um esforço (Weinberg & Gould, 2007).

A motivação é um conceito que deve ser utilizado para compreender o complexo processo que coordena e dirige a direção e a intensidade de esforço dos seres humanos, o que torna fundamental que técnicos e dirigentes desportivos reconheçam os fatores intervenientes no processo motivacional dos seus atletas. Já que, entender o que leva um indivíduo a praticar determinada atividade desportiva e ainda compreender o que faz com que um sujeito esteja mais motivado do que outro, corresponde a conhecimentos que devem fazer parte das bases e diretrizes do processo de treino, seja ele de iniciação ou de alto rendimento (Weinberg & Gould, 2001, citado por Zanetti, Lavoura, & Machado, 2008).

Os princípios psicológicos são importantes para perceber e manter a motivação em regimes de treino esgotantes prolongados por um grande período de tempo. São igualmente importantes para lidar com a preparação pré-competitiva, o *stress* durante a competição e redefinir metas e objetivos após a competição. Treinadores e atletas de todos os níveis percebem a importância de todos estes problemas (Matsumoto, Konno, & Zoo Ha, 2009).

Existem duas fontes principais de motivação. Uma pode vir do exterior, como a motivação de ganhar medalhas, receber prémios monetários e atenção por parte dos média e é conhecida como motivação externa ou extrínseca, pois envolve a participação no desporto em troca de algum prémio que é externo ao processo de participação. Por outro lado, atletas que participam no desporto porque gostam do processo, ou seja, acham o desporto interessante, estimulante e sentem prazer em fazê-lo sem estarem preocupados com as recompensas exteriores, são predominantemente motivados internamente ou intrinsecamente (Karageorghis & Terry, 2011).

A orientação (para o ego ou para a tarefa) em que a motivação é dirigida tem sido foco de diversos estudos (Coelho-e-Silva et al., 2010; Da Silva Junior, 2012; Figueiredo, Gonçalves, Coelho-e-Silva, & Malina, 2009a, 2009b; Gimenes, Vasconcelos-Raposo, & Fernandes, 2012; Gonçalves, Coelho-e-Silva, Cruz, Torregrosa, & Cumming, 2010). A orientação para o ego, tem como objetivo o individuo obter a auto afirmação, superando os adversários, o que significa vencer outra pessoa, ou seja, o seu referencial é tipicamente externo. As pessoas orientadas para a tarefa sentem-se realizadas quando desempenham adequadamente qualquer atividade. A orientação da tarefa para o ego está relacionada à comparação social e interpessoal (Camargo, Hirota, & Verardi, 2008). Em desportos competitivos, os atletas que apresentam orientação para tarefa, diante das dificuldades sentem-se motivados e apresentam um maior esforço para superar o desafio, sem levantar a questão de uso de meios ilegais para superar esta dificuldade. Já na orientação para o ego, os atletas ao se confrontarem com outros adversários com maior habilidade, apresentam medo ou desistem, e não veem problemas em utilizar meios ilegais para vencer (Feijó, 1998, citado por Camargo, Hirota, & Verardi, 2008)

Ntoumanis e Biddle (1998), citado por Gimenes et al. (2012), sugeriram a hipótese que o indivíduo com dominância de orientação para o ego tende a ser mais suscetível a elevados níveis de ansiedade competitiva. Esta afirmação foi baseada na explicação de Roberts (1992), que entende que ganhar e perder no desporto são situações instáveis e incontroláveis e portanto podem criar estados afetivos aversivos ao rendimento. Por outro lado, atletas com orientação para a tarefa não estariam tão suscetíveis a estados adversos como, por exemplo, a ansiedade competitiva, dado possuírem padrões internos de desempenho (independente do resultado) e o objetivo pretendido por estes ser relativamente controlável. Contudo, existem outros estudos que não confirmaram estas relações teoricamente previstas (Gimenes et al., 2012).

## 2.7. Morfologia da mão

O comprimento relativo do segundo e quarto dígito da mão (2D: 4D) é um biomarcador para a performance em várias modalidades desportivas e doença cardiovascular (Bennett, Manning, Cook, & Kilduff, 2010; Hönekopp & Schuster, 2010; Hull, Schranz, Manning, & Tomkinson, 2015; Manning & Brunded, 2001; Manning, Morris, & Caswell, 2007; Manning, 2002a, 2002b; Tamiya, Lee, & Ohtake, 2012; Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006; Wu et al., 2013). A razão para esta ligação, poderá dever-se a uma ligação entre o rácio 2D: 4D e a quantidade de testosterona pré-natal recebida pelo feto a partir das oito semanas até a meio da gestação. É nessa altura que existe uma diferenciação nas células de Leydig nos testículos e o feto masculino começa a produzir testosterona (George et al., 1981, citado por Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998). Este rácio é fixado no final do primeiro trimestre de gravidez, não mudando substancialmente com a idade (Manning, Kilduff, Cook, Crewther, & Fink, 2014).

Sabe-se que a formação das gónadas e o desenvolvimento dos dedos, são ambos influenciados pelos genes Homeobox (Hox), mais precisamente pelas mutações nos genes Hoxa e Hoxd, que resultam em diferenças nos dígitos e sistema urinogenital (Kondo, Zákány, Innis, & Duboule, 1997), podendo explicar em certa parte, a ligação entre a testosterona pré-natal e os padrões de crescimento dos dedos (Manning, 2002a).

Existe um dimorfismo sexual no rácio 2D: 4D, já que os homens tendem a apresentar o dedo anelar (quarto dígito) mais comprido, relativamente ao dedo indicador (segundo dígito), comparativamente às mulheres (Manning et al., 1998; Phelps, 1952). Esta diferença, deve-se ao facto de a testosterona pré-natal promover o crescimento do dedo anelar ( $2D: 4D \leq 1$ ) e o estrogénio promover o crescimento do dedo indicador ( $2D: 4D \geq 1$ ) (Manning, 2002). Manning et al. (1998), referem ainda que baixos valores da rácio 2D: 4D na mão direita, estão associados a um maior número de espermatozoides e uma maior quantidade de testosterona nos homens. Já valores altos do rácio 2D: 4D na mão direita, estão associados a altas concentrações da hormona luteinizante (LH), estrogénio e prolactina, em homens e mulheres.

Tem-se verificado que o rácio 2D: 4D da mão direita (2D: 4Dd), reflete com mais precisão os níveis de testosterona pré natal, do que o rácio 2D: 4D da mão esquerda (2D: 4De) (Hönekopp & Watson, 2010; Manning et al., 2007; Manning, 2002a), já que as diferenças de género entre o rácio 2D: 4D tendem a ser maiores na mão direita, do que na mão esquerda (Manning et al., 2007); o rácio 2D: 4Dr consegue predizer com maior exatidão variáveis de interesse (Manning, 2002a); os traços masculinos tendem a ser mais pronunciados do lado direito do corpo, enquanto os traços femininos tendem a ser mais pronunciados do lado esquerdo do corpo (Tanner, 1990).



## **CAPÍTULO 3: METODOLOGIA**

### 3.1. Amostra

A amostra deste estudo foi composta por nove atletas do sexo masculino com idades compreendidas entre os 19.2 e os 27.2 anos, praticantes federados na modalidade de Kickboxing, de diferentes clubes e categorias de massa corporal. A inclusão na amostra teve em consideração os seguintes requisitos, a saber: (1) ter mais de três anos de prática da modalidade; (2) frequência de treinos semanais superior a três ou mais sessões; (4) ter obtido um resultado desportivo de âmbito nacional tais como ter sido campeão nacional, vice-campeão nacional ou ter obtido dois títulos de campeão regional.

### 3.2. Procedimentos

As avaliações decorreram entre julho e novembro de 2014 e todos os testes foram realizados no mesmo laboratório, seguindo a mesma rotina de aquecimento, sequência de protocolos e respeito pelos mesmos tempos de repouso, sempre sob a orientação técnica da mesma equipa de avaliadores.

### 3.3. Antropometria de corpo todo

Todas as medidas foram efetuadas por um único observador, tido como experiente, adotando protocolos estandardizados (Lohmann, Roche, & Martorell, 1988). A massa corporal foi avaliada com a precisão de 0.1 kg fazendo uso de uma balança (SECA, modelo 770, Hanover, MD, USA).

A estatura foi medida com um estadiómetro portátil (Harpender modelo 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, UK) com uma precisão de 0.1cm. Adicionalmente, a

altura sentado foi avaliada com uma mesa específica para esta medição que foi realizada com a precisão de 0.1 cm (Harpenden, Holtain Ltd, Crosswell, UK). Subsequentemente, o comprimento dos membros inferiores foi estimado pela diferença entre a estatura e a altura sentado.

A bateria antropométrica considerou igualmente oito pregas de gordura subcutânea: tricípital, bicipital, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, geminal, crural anterior e crural posterior. Estas medidas de espessura do panículo adiposo foram avaliadas com uma precisão de um milímetro, utilizando um adipómetro (Beta Technology, Ann Arbor, MI, USA). Com base na espessura das várias pregas, foi calculado o somatório de todas as pregas, sendo obtido um indicador grosseiro de adiposidade.

#### 3.4. Volume apendicular da coxa

Recorrendo a modelos geométricos de estruturas cónicas sugeridos para determinar a volumetria do membro inferior (Jones & Pearson, 1969), foi possível determinar a volumetria da coxa, considerando apenas duas estruturas cónicas definidas pelas seguintes três circunferências: circunferência subglútea, circunferência máxima da coxa, ao nível do 1/3 proximal do segmento, circunferência supra-patelar ou distal da coxa. Todas as circunferências foram avaliadas com recursos a uma fita métrica metálica graduada em milímetros e que faz parte do instrumentário antropométrico. Adicionalmente, foram avaliados os dois comprimentos do segmento coxa (proximal que corresponde à distância entre os planos transversos onde foram efetuadas as medições das circunferências proximal e máxima; distal que corresponde à distância entre os planos transversos sobrepostos à medição das circunferências máxima e distal). Para sinalizar os pontos a considerados na determinação dos planos transversos, utilizou-se um lápis dermatográfico.

### 3.5. Morfologia da mão

Foram tidos os pontos distais de cada um dos cinco dedos colocados com a mão em pronação em cima de um plano transverso, de modo a que o terceiro dedo estivesse no prolongamento do segmento antebraquial, tendo todos os dedos afastados ao máximo. As medidas correspondem às distâncias entre o ponto médio do diâmetro osteo-transverso, ao nível dos processos estilóides, e cada um dos pontos distais. Posteriormente, foram produzidas vários rácios:  $d1/d2$ ,  $d1/d3$ ,  $d1/d4$ ,  $d1/d5$ ,  $d2/d3$ ,  $d2/d4$ ,  $d2/d5$ ,  $d3/d4$ ,  $d3/d5$ ,  $d4/d5$ , para a mão esquerda e para a mão direita.

### 3.6. Bioimpedância

O estudo considerou a avaliação da composição corporal por impedância bioelétrica (BIA 101 System Analyzer, Akern, Florence, Italy), permitindo a estimativa bicompartimental da composição corporal a partir da medida de resistência ( $R_z$ ) e de reactância ( $X_c$ ). Depois, com recurso a um computador portátil e recorrendo à aplicação informática BodyGram PRO software package é possível obter estimativas da massa celular e do índice de massa celular corporal, água corporal total, água intracelular e água extracelular, massa gorda, massa isenta de gordura, massa muscular, taxa de metabolismo basal.

### 3.7. Plestismografia de ar deslocado

Para além da medida de avaliação da massa corporal acima descrita, o pletismógrafo de ar deslocado prevê uma avaliação inicial da massa corporal com três casas decimais, tendo em vista a determinação da densidade corporal em L/kg. Para tal, foi usada uma balança eletrónica conectada ao computador pletismográfico (Bod Pod Composition System, model Bod Pod 2006, Life Measurement, Inc, Concord, CA, USA). O volume corporal foi estimado a partir da plestismografia de ar deslocado. A

calibração da unidade foi efetuada antes de cada teste, usando um cilindro 50.225 L. Todos os participantes usaram calções de banho de licra e toca, sendo realizadas duas tentativas para cada sujeito e quando necessário, o próprio computador impunha uma terceira avaliação. Os participantes entraram na cabine e na posição de sentados foram avaliados por duas vezes consecutivas, tidas como suficientes de a diferença fosse inferior a 150 mL. Caso fosse necessário mais do que um terceiro valor do volume corporal, o próprio instrumento iniciava uma rotina de calibração. O volume médio de ar nos pulmões e tórax durante a respiração corrente normal foi estimado para cada sujeito para que fosse possível obter o valor do volume corporal. A densidade corporal (massa corporal/volume corporal) foi calculada e usada para estimar a percentagem de massa gorda, utilizando a equação de Siri (1961). A percentagem de massa gorda foi convertida para massa gorda e a massa isenta de gordura foi estimada pela subtração da massa gorda à massa corporal.

### 3.8. Absorciometria de raio-x de dupla energia (DXA)

O terceiro método para estimar a composição corporal foi através da realização de um DXA de corpo inteiro (Lunar DPX; Lunar Radiation Corp, Madison, Wiscosin) com os participantes avaliados na posição de deitados em decúbito dorsal. Todas as avaliações foram efectuadas num laboratório certificado e por um técnico experiente.

### 3.9. Exames ecocardiográficos

Para a avaliação da morfologia cardíaca foi utilizado um ecocardiógrafo transtorácico na posição de decúbito lateral esquerdo, compreendendo um aparelho ultrassom *Vivid 3*, com uma sonda multifrequência de 1,5-3,6 MHz (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Noruega). As ecocardiografias em modo M foram extraídas de imagens bidimensionais sob visualização direta, sendo gravadas a 100 mm·s<sup>-1</sup>. As dimensões das cavidades e espessuras cardíacas foram avaliadas em repouso.

Todas as medidas ecocardiográficas foram realizadas pelo mesmo avaliador. O diâmetro da raiz da aorta (DA) foi determinado pelo Modo-M guiado pelo 2D. O diâmetro do átrio esquerdo (DAE) foi medido pela incidência do eixo longo em paraesternal esquerdo. Os diâmetros telediastólico e telesistólico do VE (VE<sub>d</sub> e VE<sub>s</sub>, respectivamente), as espessuras do septo interventricular (S<sub>id</sub>) e parede posterior do VE em diástole (PPVE<sub>d</sub>), foram medidos por meio da incidência de eixo longo, após os folhetos da válvula mitral, de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia (SAE) e Associação Europeia de Ecocardiografia. Com base nas dimensões anteriores a massa do VE (MVE) foi estimada pela equação cúbica da SAE, modificada por Devereux et al. (1986). A MVE foi corrigida para a superfície corporal (SC) pela equação de Du Bois & Du Bois (1916), permitindo o cálculo do Índice de MVE (g/m<sup>2</sup>). Subsequentemente, determinou-se a espessura parietal relativa (EPRVE), de modo a distinguir um perfil concêntrico ( $\geq 0,44$ ) ou excêntrico ( $< 0,44$ ) do VE. Foi determinada a função do VE, traduzida na fração de encurtamento do VE (F<sub>enc</sub>), volume telediastólico e telesistólico do VE (VD e VS, respectivamente) e fração de ejeção (F<sub>ej</sub>).

### 3.10. Teste wingate dos membros inferiores (WAnT)

O teste de Wingate foi realizado com recurso a um ciclo-ergómetro (Monark Peak Bike, model 894E). O observado iniciava o teste após completar um protocolo de aquecimento estandardizado sugerido na literatura e muito utilizado em estudos similares (Armstrong & Welsman, 2000). A altura do selim variava conforme o tamanho corporal do sujeito, de modo a ficar com o membro inferior ligeiramente abaixo da máxima extensão, no momento final em que este completa o ciclo de movimento. A prova inicia-se com o sujeito a pedalar a um ritmo constante de 60 r.min<sup>-1</sup>, com uma resistência mínima (o cesto de suporte dos pesos). Assim que alcançado um ritmo constante, era dada uma contagem decrescente de “3-2-1-vai”, sendo aplicada a força de resistência e iniciado o sistema de recolha de dados online. Existiu um encorajamento verbal efetuado pela equipa de observadores pretendendo-se que os sujeitos pedalassem os 30 segundos de duração do esforço,

sempre à máxima velocidade. Foram registradas as variáveis potência mecânica máxima absoluta ( $w$ , WANT-PA); potência mecânica máxima relativa ( $w.kg^{-1}$ ,  $w.kg.MIG^{-1}$ ,  $w.kg.L^{-1}$ , WANT-PR), potência mecânica média absoluta ( $w$ , WANT-PR); potência mecânica média relativa ( $w.kg^{-1}$ ,  $w.kg.MIG^{-1}$ ,  $w.kg.L^{-1}$ , WANT-PR) e índice de fadiga (WANT FI) (diferença entre os valores máximo e mínimos, sendo expressa como percentagem do valor máximo)

### 3.11. Consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) no tapete rolante

O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) foi medido utilizando um teste de corrida incremental, em passadeira monitorizada (Quasar, HP Cosmos, Alemanha). Foi feito um aquecimento de três minutos à velocidade de  $7 km.h^{-1}$  e com a inclinação de 2%. O primeiro patamar teve início aos  $8km.h^{-1}$ , seguindo-se incrementos de  $1km.h^{-1}$  a cada minuto, mantendo a inclinação constante (2%), até à exaustão. Os pressupostos de obtenção do valor correspondente ao consumo máximo de oxigénio foram verificados pelos seguintes critérios: (1) existência de um “plateau” no consumo de oxigénio, apesar de um aumento da intensidade do exercício; (2) concentração de lactatemia superior a  $6mmol.L^{-1}$ ; (3) rácio de trocas respiratórias  $\geq 1.11$ ; (4) frequência cardíaca dentro de 10% do valor máximo previsto para a idade; (5) sensação impressionista de se ter atingido um estado de exaustão (Howley, Basset Jr, & Welch, 1995).

O oxigénio expirado e o fluxo e concentração de dióxido de carbono foram medidos respiração a respiração (Quark Cosmed, Italy). A calibração e as medidas do ar ambiente foram realizadas antes de cada teste, usando as recomendações do fabricante. Antes de cada teste, o fluxo e o volume foram calibrados usando uma seringa de 3-L (Hans Rudolph, Kansas City, USA). O analisador de gases foi calibrado usando gases de concentrações conhecidas. A frequência cardíaca foi medida durante o exercício, com um monitor de frequência cardíaca (Cosmed, Italy). As concentrações máximas de lactato sanguíneo, foram determinadas através de um analisador portátil (Lactate Pro analyser, Arcay, Inc).

### 3.12. Dinamómetro isocinético para avaliação dos flexores e extensores do joelho

Antes do teste, foi realizado um aquecimento em cicloergómetro (Monark 814E, Varberg, Sweden) com uma resistência mínima ( $\leq 60$  r.min<sup>-1</sup>), seguido de três exercícios de alongamentos estáticos (uma série de 20 segundos) dos quadríceps, isquiotibiais e adutores. A avaliação isocinética dos extensores e flexores do joelho do membro superior dominante foi efetuada em modo concêntrico, recorrendo-se para o efeito a um dinamómetro calibrado (Biodex System 3, Shirley, Ny, USA). Os sujeitos foram colocados em posição sentada, o braço da alavanca era alinhado com o epicôndilo lateral do joelho e a tira de fixação na articulação tibio-társica colocada aproximadamente entre 3 a 5 cm do maléolo medial da tibia. A amplitude de movimento era estabelecida a partir da posição de extensão máxima voluntária (0º) até à posição de flexão a 90º. Antes dos sujeitos realizarem o esforço era efetuada a correção do efeito da gravidade do membro inferior e do braço da alavanca através da pesagem do membro inferior relaxado. Os sujeitos foram instruídos para colocarem as mãos nos ombros durante a totalidade do esforço, o qual deveria ser máximo. Os participantes efetuaram cinco repetições máximas contínuas, com um período de recuperação de 90 segundos entre cada série. Os momentos de força máxima na extensão e flexão, foram registados e expressos em N.m. Foi adotada a velocidade angular de 60º.seg<sup>-1</sup> no primeiro momento e 180º.s<sup>-1</sup> no segundo momento.

### 3.13. Orientação para a realização de objetivos

Para avaliar a orientação para a realização de objetivos, foi utilizada a versão portuguesa (Fonseca & Biddle, 1996) do *Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire* (TEOSQ, Chi & Duda, 1995). Todos os participantes completaram este questionário, que incluía 13 questões classificadas com uma escala de Likert de cinco pontos, variando de “discordo completamente - 1” a “concordo completamente - 5”. Sete das 13 questões estão relacionadas com a orientação para a tarefa, enquanto as restantes seis questões relacionam-se com a orientação para o ego.

### 3.14. Análise de dados

Para cada variável foi calculada a estatística descritiva, nomeadamente a amplitude, isto é, valor mínimo e valor máximo, parâmetro de tendência central, ou seja, média, erro padrão da média e intervalos de confiança da média a 95% e, ainda, o desvio padrão como medida de dispersão. Toda a análise de dados foi realizada recorrendo ao *SPSS version 21* (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, IBM Corp).



## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS**

Para todas as dimensões do presente estudo, foram apresentadas tabelas com a estatística descritiva de todas as variáveis decorrentes de cada uma dessas dimensões. Optou-se por apresentar a amplitude de variação dada pelos valores mínimo e máximo, a média como parâmetro de tendência central e o desvio padrão como parâmetro de dispersão. Cada uma das tabelas retratou um conjunto de variáveis, ou melhor, uma família de variáveis.

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal dos atletas de Kickboxing do presente estudo, com idades médias de  $23.9 \pm 3$  anos, variando o tempo de prática entre os três e os onze anos. A altura média destes atletas é de  $174.0 \pm 7.2$  cm, em certa medida semelhante à estatura média conhecida para a população portuguesa, estando o valor médio da massa corporal situada nos  $72.3 \pm 10.4$  kg. A tabela 2 apresenta os valores, em mm, para cada uma das oito pregas subcutâneas (cinco dos membros e três do tronco), a saber: tricipital, bicipital, subescapular, supraíliaca, abdominal, geminal, crural anterior e crural posterior. Ora, o somatório das oito pregas, varia entre 63.1 mm a 91.8 mm ( $77.4 \pm 18.7$  mm).

Seguidamente, o estudo procedeu a uma avaliação multimétodo da composição corporal, através de três metodologias diferentes: bioimpedância, pletismografia de ar deslocado e absorciometria de raio-x de dupla energia. Assim, na tabela 3, encontra-se a estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição corporal por metodologia de bioimpedância, segundo a qual, os atletas, em média, apresentam um valor de percentagem de massa gorda de  $10.6 \pm 3.1\%$ . A metodologia de bioimpedância permitiu estimar a taxa de metabolismo basal,  $1967 \pm 355$  kcal. No que diz respeito à avaliação pela metodologia de pletismografia de ar deslocado (Tabela 4), os atletas apresentam valores médios de percentagem de massa gorda de  $9.1 \pm 2.4\%$ . Por fim, na avaliação feita por absorciometria de raio-x de energia dupla (tabela 5), os atletas apresentaram uma média de percentagem de massa gorda de  $11.1 \pm 2.3\%$ . Nesta última metodologia de avaliação, foi igualmente avaliado o conteúdo mineral ósseo (BMC), área do conteúdo mineral ósseo (BMCA) e densidade mineral óssea (BMD). O BMC variou

entre 2.59 e 3.88 kg, apresentando um valor médio de  $3.4 \pm 0.4$  kg. A área (BMCa) variou entre 2142 e 2870  $\text{cm}^2$ , com uma média de  $2548 \pm 251$   $\text{cm}^2$ ; a BMD, variou de 1.21 a 1.40  $\text{g}/\text{cm}^2$ , apresentando uma média de  $1.33 \pm 0.07$   $\text{g}/\text{cm}^2$ .

No teste de Wingate (Tabela 6), os atletas apresentaram valores médios de potência mecânica máxima absoluta de  $991 \pm 152$  W e de potência mecânica máxima relativa à massa corporal de  $13.71 \pm 1.18$  W. No que diz respeito à potência mecânica média absoluta, o valor médio situou-se nos  $634 \pm 84$  W, enquanto que para a potência mecânica média relativa ao peso corporal, a média foi de  $8.79 \pm 0.58$  W. Foram ainda calculados valores de potência mecânica máxima e média, relativamente à massa isenta de gordura e à volumetria da coxa ( $\text{W} \cdot \text{kg} \cdot \text{MIG}^{-1}$ ;  $\text{W} \cdot \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ ), disponíveis na Tabela 6, apesar de subsistirem críticas relativamente à utilização de ratio quando se expressa a performance por unidade de tamanho corporal (estatura, massa corporal, massa isenta de gordura, volumetria da coxa). Ainda no que diz respeito aos protocolos marcadores da aptidão das vias metabólicas de curta e média duração, o presente estudo proporcionou os dados apresentados na Tabela 7a e Tabela 7b que reportam o protocolo de avaliação da potência aeróbia, sendo possível verificar que o valor mínimo para o quociente respiratório foi de 1.12, logo acima dos valores recomendados para considerar a validade do resultado obtido. A frequência cardíaca no patamar final oscilou entre os 175 e os 200 batimentos por minuto ( $187 \pm 3$  batimentos por minuto), sugerindo que também relativamente a este critério se cumprem as recomendações para protocolos maximais. Aliás, os valores de lactatemia variam entre 9.6 e 15.1  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $11.1 \pm 0.6$   $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Os valores da massa ventricular são apresentados na Tabela 8 ( $137$ - $259$  g;  $183 \pm 40$  g), associados a um volumes médios diastólicos e sistólicos, respetivamente 182 e 64 mL por batimento cardíaco.

A Tabela 9 é referente às medidas de avaliação da força muscular dos flexores do joelho e dos extensores do joelho, decorrentes da realização da dinamometria isocinética, nas velocidades angulares de  $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$  e  $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$  em modo concêntrico. Quando os resultados são expressos em valores absolutos, isto é N.m, a média para a velocidade mais lenta para os extensores (modo concêntrico) é de  $240 \pm 27$  N.m, enquanto para os flexores (igualmente, modo concêntrico) é de  $139 \pm 21$  N.m. Os valores médios correspondentes para a velocidade angular de  $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$  são  $168 \pm 28$  N.m e  $112 \pm 7$  N.m. Ou seja, em ambos

os grupos a média situa-se abaixo da velocidade lenta e em ambas as velocidades a cadeia extensora registou valores médios superiores comparativamente á cadeia flexora.

Na Tabela 10, estão apresentados os dados referentes à morfologia da mão, estando os valores da ratio 2D: 4D da mão esquerda, compreendidos entre 1 e 1.03 mm ( $1.01 \pm 0.01$  mm), sendo que os valores da ratio 2D: 4D da mão direita se situam entre 0.95 e 1.04 mm ( $1.01 \pm 0.03$  mm).

Por último, na Tabela 11, encontram-se os resultados dos 13 itens do questionário de orientação para a realização de objetivos (TEOSQ, versão portuguesa, Fonseca & Biddle, 1996), bem como o resultado global da orientação para o ego ( $2.44 \pm 0.84$ ) e orientação para a tarefa ( $4.75 \pm 0.42$ ).

**Tabela 1.** Estatística descritiva para a as cronovariáveis e tamanho corporal em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude			Média		
			Mínimo	Máximo	Valor	Erro Padrão	95% CI	Desvio Padrão
Idade cronológica	IC	anos	19.2	27.2	23.9	0.9	(21.9 to 26.1)	3.0
Anos de prática	AP	anos	3.0	11.0	6.0	1.0	(3.7 to 8.3)	2.75
Massa corporal	Mc	kg	55.1	86.7	72.3	3.5	(64.4 to 80.3)	10.4
Estatura	E	cm	163.9	184.3	174.0	2.4	(168.5 to 179.6)	7.2
Altura sentado	AS	cm	84.5	97.1	90.87	1.3	(87.9 to 93.8)	3.8
Comprimentos membros inferiores	CMI	cm	78.0	93.6	83.17	1.6	(79.4 to 87.0)	4.9

**Tabela 2.** Estatística descritiva para a as pregas de gordura subcutânea em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude			Média		
			Mínimo	Máximo	Valor	Erro Padrão	95% CI	Desvio Padrão
Prega tricipital	Ptric	mm	6	9	7.2	0.4	(6.3 to 8.1)	1.2
Prega bicipital	Pbic	mm	3	6	4.3	0.3	(3.7 to 5.0)	0.9
Prega subescapular	Psub	mm	7	15	11	0.9	(9.0 to 13.0)	2.6
Prega supraíliaca	Psil	mm	7	25	13.1	1.8	(9.0 to 17.2)	5.3
Prega abdominal	Pabd	mm	7	18	12.2	1.3	(9.2 to 15.2)	3.9
Prega geminal	Pgem	mm	4	12	6.6	0.8	(4.7 to 8.4)	2.4
Prega crural anterior	Pca	mm	7	19	11.9	1.1	(9.4 to 14.4)	3.3
Prega crural posterior	Pcp	mm	6	15	11.1	1.0	(8.9 to 13.4)	2.9
Somatório pregas	SP	mm	49	114	77.4	6.2	(63.1 to 91.8)	18.7

**Tabela 3.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição da composição por metodologia de bioimpedância em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude			Média		
			Mínimo	Máximo	Valor	Erro Padrão	95% CI	Desvio Padrão
Massa gorda	MG	kg	4.5	11.5	7.7	0.9	(5.7 to 9.7)	2.6
Massa isenta de gordura	MG	%	5.6	14.3	10.6	1.0	(8.3 to 13.0)	3.1
	MIG	kg	49.7	78.5	64.5	3.1	(57.3 to 71.8)	9.4
Taxa metabólica basal	MIG	%	85.7	94.4	89.4	1.0	(87.0 to 91.7)	3.1
	TMB	kcal	1520	2775	1967	6.3	(1955 to 1979)	355
Massa celular	MC	kg	28.2	52.5	39.5	2.7	(33.4 to 45.7)	8.0
	MC	%	50.6	66.9	56.3	1.9	(51.9 to 60.7)	5.7
Massa muscular	MM	kg	30.5	61.5	43.8	3.3	(36.1 to 51.5)	10.0
	MM	%	52.8	71.9	60.2	2.3	(54.9 to 65.6)	7.0
Água corporal total	ACT	L	34.4	60.1	47.4	2.8	(40.9 to 53.9)	8.5
	ACT	%	61.8	72.6	65.4	1.2	(62.6 to 68.2)	3.7
Água corporal intracelular	ACI	L	23.2	48.0	33.5	2.7	(27.3 to 39.7)	8.0
	ACI	%	63.0	79.8	70.2	1.7	(66.2 to 74.1)	5.2
Água corporal extracelular	ACE	L	11.2	18.3	13.9	0.8	(12.1 to 15.7)	2.4
	ACE	%	20.2	37	29.8	1.7	(25.9 to 33.8)	5.2

**Tabela 4.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição por pletismografia de ar deslocado em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude			Média		
			Mínimo	Máximo	Valor	Erro Padrão	95% CI	Desvio Padrão
Massa corporal	MC	kg	55.089	86.698	72.348	3.456	(64.380 to 80.316)	10.367
Volume corporal	VC	L	50.981	81.445	67.131	3.274	(59.580 to 74.682)	9.823
Densidade corporal	DC	L.kg <sup>-1</sup>	1.064	1.084	1.078	0.002	(1.074 to 1.083)	0.006
Volume de gás torácico	VGT	L	3.253	4.205	3.747	0.114	(3.485 to 4.009)	0.341
Massa gorda	MG	kg	4.2	13.0	6.7	0.9	(4.7 to 8.7)	2.6
	MG	%	6.7	15.0	9.1	0.8	(7.3 to 11.0)	2.4
Massa isenta de gordura	MIG	kg	50.6	75.8	65.6	2.9	(59.0 to 72.3)	8.6
	MIG	%	85.0	93.3	90.9	0.8	(89.0 to 92.7)	2.4

**Tabela 5.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da avaliação da composição da composição por absorciometria de raio-X de energia dupla em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude		Valor	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão
			Mínimo	Máximo				
Conteúdo mineral ósseo	BMC	kg	2.59	3.88	3.4	0.16		0.47
Área do conteúdo mineral ósseo	BMCa	cm <sup>2</sup>	2142	2870	2548	84		251
Densidade mineral óssea	BMD	g/cm <sup>2</sup>	1.21	1.40	1.33	0.02		0.07
Massa gorda	MG	kg	5.6	13.1	8.2	0.9		2.6
	MG	%	8	15.4	11.1	0.8		2.3
Massa isenta de gordura	MIG	kg	47.0	69.2	60.9	2.5		7.4
	MIG	%	80.0	87.6	84.2	0.8		2.3



**Tabela 6.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova maximal de curta duração em cicloergómetro (teste Wingate em 30 segundos) em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de Medida	Amplitude		Valor	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão
			Mínimo	Máximo				
Potência mecânica máxima absoluta	WAnT-PA	w	727	1162	991	51	(874 to 1107)	152
Potência mecânica máxima relativa	WAnT-PR	w.kg <sup>-1</sup>	11.71	15.51	13.71	0.39	(12.81 to 14.62)	1.18
	WAnT-PR	w.kg <sub>MIG</sub> <sup>-1</sup>	12.55	17.0	15.09	0.45	(14.07 to 16.12)	1.34
	WAnT-PR	w.kg <sup>-1</sup> .L <sup>-1</sup>	175	229	194	6	(180 to 208)	18
Potência mecânica média absoluta	WAnT-MA	w	502	757	634	28	(569 to 698)	84
Potência mecânica média relativa	WAnT-MR	w.kg <sup>-1</sup>	7.84	9.61	8.79	0.19	(8.34 to 9.23)	0.58
	WAnT-MR	w.kg <sub>MIG</sub> <sup>-1</sup>	8.48	10.64	9.68	0.23	(9.15 to 10.20)	0.68
	WAnT-MR	w.kg <sup>-1</sup> .L <sup>-1</sup>	109	140	125	4	(116 to 133)	11
Índice de fadiga	WAnT_FI	%	56.6	68.9	61.6	1.4	(58.3 to 64.8)	4.2

**Tabela 7a.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova de avaliação da potência aeróbia no tapete rolante em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de medida	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão
			Mínimo	Máximo		EPM	(95% CI)	
<b>No 1º limiar ventilatório</b>								
Consumo de oxigênio	VO2	mL.min <sup>-1</sup>	2481	3562	2988	122	(2707 to 3269)	365
Consumo de oxigênio	VO2	mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	36.69	47.15	41.68	1.30	(38.69 to 44.67)	3.89
% Consumo máximo de oxigênio	%VO <sub>2max</sub>	%	57.74	76.79	66.9	1.95	(62.41 to 71.39)	5.85
Frequência cardíaca	FC	bpm	139	174	153	4	(144 to 163)	12
Tempo	t	s	300	600	400	31	(329 to 471)	92
Velocidade	v	km.h <sup>-1</sup>	9.0	14.0	10.44	0.56	(9.16 to 11.73)	1.67
Quociente respiratório	QR	#	0.70	0.95	0.88	0.03	(0.82 to 0.94)	0.08
<b>No ponto de compensação respiratório</b>								
Consumo de oxigênio	VO2	mL.min <sup>-1</sup>	2792	4460	3711	167	(3326 to 4905)	500
Consumo de oxigênio	VO2	mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	44.53	88.30	51.61	1.36	(48.48 to 54.74)	4.07
% Consumo máximo de oxigênio	%VO <sub>2max</sub>	%	72.35	88.30	82.85	1.98	(78.28 to 87.41)	5.94
Frequência cardíaca	FC	bpm	150	189	171	5	(160 to 182)	14.0
Tempo	t	s	480	825	595	35	(515 to 675)	104
Velocidade	v	km.h <sup>-1</sup>	12.0	17.0	13.56	0.53	(12.33 to 14.78)	1.59
Quociente respiratório	QR	#	0.9	1.07	0.98	0.02	(0.94 to 1.02)	0.05

PNM Como medida de média

**Tabela 7b.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes do patamar final da prova de avaliação da potência aeróbia no tapete rolante em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de medida	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão
			Mínimo	Máximo		EPM	(95% CI)	
<b>No consumo máximo de oxigênio</b>								
Consumo de oxigênio	VO2	mL.min <sup>-1</sup>	3184	5066	4473	223	(3959 to 4987)	668
Consumo de oxigênio	VO2	mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	57.10	72.37	62.43	1.59	(58.76 to 66.09)	4.77
Frequência cardíaca	FC	bpm	175	200	187	3	(181 to 194)	8
Tempo	t	s	720	1065	838	36	(756 to 921)	107
Velocidade	v	km.h <sup>-1</sup>	16.0	21.0	17.78	0.55	(16.52 to 19.04)	1.64
Quociente respiratório	QR	#	1.12	1.26	1.17	0.01	(1.14 to 1.20)	0.04
<b>Patamar final</b>								
	PF	km.h <sup>-1</sup>	9	14	11	1	(10 to 12)	2
	PF	nível	16.0	21.0	18	0.6	(16.6 to 19.4)	1.9
	PF	mmol/L	9.6	15.1	11.1	0.6	(9.8 to 12.4)	1.7

EPM (erro padrão da média)

**Tabela 8.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes do exame ecocardiográfico em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de medida	Amplitude		Média		Desvio padrão	
			Mínimo	Máximo	Valor	EPM (95% CI)		
Diâmetro ventrículo esquerdo diástole	VEd	mm	54	66	60.0	1.4	(56.7 to 63.3)	4.2
Diâmetro ventrículo esquerdo sistole	VES	mm	33	45	38.2	1.4	(35.0 to 41.5)	4.2
Espessura septo interventricular diástole	Sid	mm	7.2	10.0	7.9	0.3	(7.2 to 8.6)	0.9
Espessura parede posterior-VE diástole	PPVEd	mm	7.2	8.7	7.7	0.2	(7.3 to 8.1)	0.6
Espessura parietal relativa VE	EPRVE	#	0.23	0.27	0.26	0.00	(0.25 to 0.27)	0.01
Massa VE	MVE	g	137	259	184	13	(153 to 215)	40
Massa VE relativamente à superfície corporal	Mve/SC	g/m2	79.0	124.0	98.11	5.06	(86.44 to 109.78)	15.18
Fração encurtamento VE	Fenc	%	33.0	40.0	36.7	0.9	(34.7 to 38.7)	2.6
Fração ejeção VE	Fej	%	60.0	70.0	65.4	1.2	(62.6 to 68.3)	3.7
Diâmetro da raiz da aorta	RA	mm	25	33	29.7	0.9	(27.5 to 31.8)	2.8
Diâmetro do átrio esquerdo	DAE	mm	31	44	37.3	1.3	(34.3 to 40.4)	3.9
Volume diastólico	VD	mL/bat	141	228	181.6	9.9	(158.7 to 204.5)	29.8
Volume sistólico	VS	mL/bat	43	92	63.7	5.7	(50.5 to 76.8)	17.1

**Tabela 9.** Estatística descritiva para as variáveis decorrentes da prova de avaliação da força em dinamômetro isocinético nas velocidades angulares de  $60^\circ\text{s}^{-1}$  e  $180^\circ\text{s}^{-1}$  (extensores do joelho em modo concêntrico; flexores do joelho em modo concêntrico) em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de medida	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão
			Mínimo	Máximo		EPM	(95% CI)	
MF máximo extensores joelho $60^\circ\text{s}^{-1}$	MF-EJ-A	N.m	193	269	240	9	(220 a 260)	27
MF máximo extensores joelho $60^\circ\text{s}^{-1}$	MF-EJ-R	N.m.kg <sup>-1</sup>	3.02	3.74	3.34	0.09	(3.14 a 3.53)	0.26
MF máximo flexores joelho $60^\circ\text{s}^{-1}$	MF-FJ-A	N.m	111.5	175.3	139.2	7.1	(122.9 a 155.5)	21.2
MF máximo flexores joelho $60^\circ\text{s}^{-1}$	MF-FJ-R	N.m.kg <sup>-1</sup>	1.66	2.25	1.93	0.06	(1.78 a 2.08)	0.19
MF máximo extensores joelho $180^\circ\text{s}^{-1}$	MF-EJ-A	N.m	118	207	168	9	(146 a 190)	28
MF máximo extensores joelho $180^\circ\text{s}^{-1}$	MF-EJ-R	N.m.kg <sup>-1</sup>	1.98	2.65	2.32	0.08	(2.14 a 2.50)	0.23
MF máximo flexores joelho $180^\circ\text{s}^{-1}$	MF-FJ-A	N.m	86.5	144.4	111.8	7.4	(94.8 a 128.8)	22.1
MF máximo flexores joelho $180^\circ\text{s}^{-1}$	MF-FJ-R	N.m.kg <sup>-1</sup>	1.3	1.9	1.5	0.1	(1.4 a 1.7)	0.2

MF (momento forma); EJ (extensores joelho); FJ (flexores oelho); A (absoluto); R (relativo); EPM (erro padrão da média)

**Tabela 10.** Estatística descritiva para as variáveis de morfologia da mão em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Abreviatura	Unidade de medida	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão
			Mínimo	Máximo		EPM	(95% CI)	
1º dedo da mão esquerda	1De	mm	13.0	15.6	14.3	0.2	(13.7 to 14.9)	0.7
2º dedo da mão esquerda	2De	mm	17.8	20.5	18.8	0.3	(18.2 to 19.4)	0.8
3º dedo da mão esquerda	3De	mm	18.8	21.2	19.6	0.2	(19.0 to 20.1)	0.7
4º dedo da mão esquerda	4De	mm	17.8	20.0	18.6	0.2	(18.1 to 19.1)	0.6
5º dedo da mão esquerda	5De	mm	14.0	17.1	15.9	0.3	(15.2 to 16.5)	0.8
Rácio 2D/4D da mão esquerda	R2D/4De	mm/mm	1.0	1.03	1.01	0.00	(1.00 to 1.02)	0.01
1º dedo da mão direita	1Dd	mm	13.2	15.9	14.2	0.3	(13.6 to 14.9)	0.9
2º dedo da mão direita	2Dd	mm	17.2	20.5	18.6	0.3	(17.9 to 19.4)	1.0
3º dedo da mão direita	3Dd	mm	18.2	21.2	19.4	0.3	(18.8 to 20.0)	0.8
4º dedo da mão direita	4Dd	mm	17.5	19.8	18.4	0.2	(17.9 to 18.9)	0.6
5º dedo da mão direita	5Dd	mm	15.3	17.1	16.1	0.2	(15.7 to 16.5)	0.5
Rácio 2D/4D da mão direita	RED/4Dd	mm/mm	0.95	1.04	1.01	0.01	(0.99 to 1.03)	0.03

EPM (erro padrão da média)

**Tabela 11.** Estatística descritiva para os itens do questionário de orientação de realização de objetivos (TEOSQ) e fatores extraídos do questionário em atletas de Kickboxing (n=9)

Variável	Amplitude			Média		Desvio padrão
	Mínimo	Máximo	Valor	EPM	(95% CI)	
sou o único executar as técnicas	1	3	1.78	0.28	(1.14 to 2.42)	0.83
aprendo uma nova técnica e isso faz-me querer praticar mais	3	5	4.56	0.24	(0.24 to 4.00)	0.73
consigo fazer melhor do que os meus colegas	1	5	2.78	0.46	(0.46 to 1.71)	1.39
os outros não conseguem fazer tão bem como eu	1	4	2.22	0.36	(0.36 to 1.38)	1.09
aprendo algo que me dá prazer fazer	4	5	4.67	0.17	(0.17 to 4.28)	0.50
os outros cometem erros e eu não	1	2	1.22	0.15	(0.15 to 0.88)	0.44
aprendo uma nova técnica esforçando-me bastante	3	5	4.67	0.24	(0.24 to 4.12)	0.71
trabalho realmente bastante	4	5	4.67	0.17	(0.17 to 4.28)	0.50
ganho a maioria das provas ou marco a maior parte dos pontos	2	5	3.78	0.28	(0.28 to 3.14)	0.83
algo que aprendo me faz querer continuar e praticar mais	3	5	4.56	0.24	(0.24 to 4.00)	0.73
sou o melhor	1	5	2.89	0.54	(0.54 to 1.65)	1.62
sinto que uma técnica que aprendo está bem	2	5	4.11	0.35	(3.30 to 4.92)	1.05
faço o meu melhor	4	5	4.78	0.15	(4.44 to 5.12)	0.44
Global orientação para o ego	1.17	3.67	2.44	0.28	(1.80 to 3.09)	0.84
Global orientação para a tarefa	4.00	5.00	4.75	0.14	(4.25 to 4.89)	0.42
EPM (erro padrão da média)						

## **CAPÍTULO 5:**

### **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Desde tempos antigos, que se tem acreditado que ter um físico adequado é importante para alcançar o sucesso em determinados desportos (Powers & Howley, 1997). As competições e conseqüentemente o sistema de treino e preparação da maioria dos desportos de combate são organizados por categorias de massa corporal, pelo que é comum os atletas reduzirem ao máximo a sua massa gorda e mesmo a sua massa corporal, de forma a poderem competir nas categorias de peso mais baixas (Artioli et al., 2010, 2006; Boguszewski et al., 2012). Adicionalmente, os atletas de Kickboxing do presente estudo encontram-se com valores de massa gorda normalizados para atletas de desportos de combate (com exceção do Sumo), já que sendo a competição dividida por categorias de massa corporal, é de extrema importância estes atletas apresentarem níveis de massa gorda baixos.

#### 3.1. Composição corporal

No presente estudo, foram realizadas três diferentes avaliações da composição corporal e ainda foram medidas oito pregas subcutâneas. Os atletas deste estudo apresentam valores de massa gorda de  $10.6 \pm 3.1 \%$ ,  $9.1 \pm 2.4 \%$  e  $11.1 \pm 2.3 \%$  para as avaliações feitas através de bioimpedância, plestismografia de ar deslocado e absorciometria de raio-x de energia dupla (DXA), respetivamente. Estes valores são ligeiramente superiores aos valores encontrados por Zabukovec & Tiidus (1995), em que a percentagem de massa gorda dos kickboxers foi de  $8.1 \%$ . Atletas de elite amadores de Boxe apresentam valores percentuais de massa gorda de  $9.1 \pm 2.3 \%$  (Smith, 2006),  $14.5 \pm 1.5 \%$  (Guidetti et al., 2002) e  $16.4 \pm 3.8 \%$  (Khanna & Manna, 2006). No Karate, verificou-se num estudo de revisão, que os valores se situavam entre os  $7.5 \%$  e os  $16.8 \%$  (Chaabène et al., 2012),  $10.7 \pm 2.0 \%$  num estudo com sete atletas de elite japoneses e  $12.2 \pm 1.9 \%$  num estudo com nove atletas de elite franceses. No Taekwondo, são reportados valores entre os  $7$  e os  $14\%$  (Bridge et al., 2014). Atletas de elite de Wushu, apresentam valores de  $9.5 \pm 6.3\%$  (Artioli et al.,



2009). No MMA, são encontrados valores de  $12.25 \pm 0.54$  %, em cinco atletas de elite (Alm, 2013), 8.5 % num estudo de caso de um atleta de elite australiano (Lovell et al., 2013) e  $11.7 \pm 4.0$  em 11 atletas de nível local/ regional (Schick et al., 2010). Num estudo de revisão, atletas de Judo demonstram ter 4 a 9% de massa gorda (excluindo os pesos pesados) (Franchini, Del Vecchio, Matsushigue, & Artioli, 2011), sendo que atletas de elite da seleção nacional brasileira apresentam valores de  $11.4 \pm 8.4$  % (equipa A) e  $10.1 \pm 5.7$  % (reservas). Atletas de elite de Jiu-Jitsu Brasileiro apresentam uma percentagem de massa gorda de  $9.8 \pm 4.2$  % (Del Vecchio et al., 2007) e  $10.3 \pm 2.6$  % (Andreato et al., 2012). Atletas de Sumo, devido à sua elevada massa corporal, apresentam valores de massa gorda de  $24.0 \pm 1.4$  %. Já os atletas de luta olímpica apresentam os valores mais baixos,  $7.6 \pm 3.4$ % (cinco atletas de elite norte-americanos) (Callan et al., 2000) e valores entre 4 a 9%, num estudo de revisão (Yoon, 2002).

É importante referir que nem todas as avaliações utilizaram o mesmo método, sendo que na sua maioria a percentagem de massa gorda foi estimada através de pregas de adiposidade subcutânea, muito provavelmente devido a este ser um equipamento muito menos dispendioso, quando comparando com os outros equipamentos. No estudo de Alm (2013), a avaliação foi feita por DXA, usando também um aparelho idêntico ao usado neste estudo. A avaliação por DXA, já mostrou ser eficaz na avaliação da massa gorda, massa magra e conteúdo mineral ósseo, apresentando uma margem de erro muito baixa (Mazess, Barden, Bisek, & Hanson, 1990). Nenhum dos estudos utilizou a metodologia da pletismografia de ar deslocado, possivelmente por ser um aparelho de difícil acesso. Já a bioimpedância, que é bastante comum nos laboratórios, não foi utilizada, muito provavelmente devido às críticas que têm sido colocadas a esta metodologia (Rodrigues, Silva, Monteiro, & Farinatti, 2001). No entanto é importante salientar que os valores encontrados no presente estudo, não diferem muito entre si, comparando as três metodologias utilizadas.

### 3.2. Conteúdo mineral do tecido ósseo

A avaliação por DXA permitiu também a avaliação do BMC, BMCa e BMD. Num estudo comparando atletas e não atletas da mesma idade, praticantes de Karate (n=14) revelaram um BMC de  $3.67 \pm 0.5$  kg e uma BMD de  $1.36 \pm 0.08$  g/cm<sup>2</sup>, enquanto não praticantes da mesma idade apresentaram valores de BMC de  $3.1 \pm 0.4$  kg e uma BMD de  $1.27 \pm 0.06$  g/cm<sup>2</sup> (Andreoli & Monteleone, 2001). No mesmo estudo, Judocas (n=12) apresentaram valores maiores do que os atletas de Karate, um BMC de  $3.84 \pm 0.4$  kg e uma BMD de  $1.40 \pm 0.06$  g/cm<sup>2</sup>. Já os não praticantes apresentaram um BMC de  $3.1 \pm 0.4$  kg e uma BMD de  $1.27 \pm 0.06$  g/cm<sup>2</sup>

Os atletas de Kickboxing deste estudo, apresentam valores inferiores aos praticantes de Karate e de Judo avaliados por Andreoli, mas superiores aos não praticantes avaliados pelo mesmo autor, tendo um BMC de  $3.4 \pm 0.47$  kg e uma BMD de  $1.33 \pm 0.07$  g/cm<sup>2</sup>.

Os valores encontrados neste estudo vêm apenas reforçar uma das conclusões obtidas no estudo de Andreoli & Monteleone (2001), de que os desportos de combate podem ajudar a aumentar a densidade mineral óssea. Já havia sido reportado que atividades vigorosas com impacto seriam associadas a maiores níveis de BMD (Block et al., 1989).

### 3.3. Aptidão decorrente da avaliação em protocolos máximos de curta duração

Para avaliação da potência mecânica máxima (WANT-P) e potência mecânica média (WANT-M) foi utilizado o teste de Wingate de 30 segundos em cicloergómetro. Atletas de Kickboxing profissionais apresentaram resultados de potência mecânica máxima absoluta (WANT-PA) de 1360.4 w e potência mecânica máxima relativa (WANT-PA) de  $18.8$  w.kg<sup>-1</sup> (Zabukovec & Tiidus, 1995), valores bastante elevados quando comparados com atletas de outros desportos de combate: Boxe - WAnT-PR de  $9.8 \pm 0.5$  w.kg<sup>-1</sup> (Hübner-Woźniak, Kosmol, & Błachnio, 2011); Karate - WAnT-PR de  $9.6 \pm 1.1$  w.kg<sup>-1</sup> (Doria et al., 2009); Taekwondo - WAnT-PR de 8.4 a 14.7 w.kg<sup>-1</sup>

(estudo de revisão) (Bridge et al., 2014); MMA - WAnT-PA de 914 w e WAnT-PR de 10.2 w.kg<sup>-1</sup> (Lovell et al., 2013); Judo - WAnT-PA de 1051 a 1236 w e WAnT-PR de 11.4 a 16.2 w.kg<sup>-1</sup> (estudo de revisão) (Franchini, Del Vecchio, et al., 2011); Luta Olímpica - WAnT-PA de 1350 ± 311.2 w e WAnT-PR de 11.2 ± 1.8 w.kg<sup>-1</sup> (Yoon & Jun, 1990); Luta Olímpica - WAnT-PR de 11.4 ± 0.6 w.kg<sup>-1</sup> (Hübner-Woźniak et al., 2011). Os atletas do presente estudo apresentam também valores superiores aos atletas de Boxe, Karate, MMA e Luta Olímpica (quando comparado com a WAnT-PR) e valores dentro da variância encontrada em atletas de Taekwondo e Judo, no entanto, apresentam valores que são inferiores (WAnT-PA de 991 ± 152 w e WAnT-PR de 13.71 ± 1.18 w.kg<sup>-1</sup>) aos encontrados nos cinco kickboxers avaliados por Zabukovec & Tiidus (1995). Relativamente à potência mecânica média absoluta (WAnT-MA) e relativa (WAnT-MR), os kickboxers do presente estudo, apresentam valores superiores (634 ± 84 w; 8.79 ± 0.58 w.kg<sup>-1</sup>) aos atletas de Boxe (NR; 8.6 ± 0.6 w.kg<sup>-1</sup>) (Hübner-Woźniak et al., 2011), Karate (NR; 7.9 ± 0.6 w.kg<sup>-1</sup>) (Doria et al., 2009), MMA (681 w; 7.6 w.kg<sup>-1</sup>) (Lovell et al., 2013) e um dos estudos com atletas de Luta Olímpica (NR; 6.7 ± 1.0 w.kg<sup>-1</sup>) (J. Yoon & Jun, 1990), situando-se dentro dos valores encontrados para atletas de Judo (558 a 917 w; 5.4 a 12 w.kg<sup>-1</sup>) (Franchini, Del Vecchio, et al., 2011) e Taekwondo (NR; 6.6 a 9.2 w.kg<sup>-1</sup>) (Bridge et al., 2014). Um estudo com 30 atletas da seleção nacional polaca de Luta Olímpica (Hübner-Woźniak et al., 2011) reporta valores ligeiramente superiores de WAnT-MA (9.2 ± 0.8 w.kg<sup>-1</sup>). Novamente, os kickboxers avaliados por Zabukovec & Tiidus (1995), apresentam valores mais altos (761.1; 10.5 w.kg<sup>-1</sup>), embora estejam dentro dos valores encontrados nos atletas de Judo.

Zupan et al. (2009), no seu estudo com atletas da 1<sup>a</sup> divisão da National Collegiate Athletic Association (NCAA), criaram uma tabela com um sistema de classificação para a WAnT-P e a WAnT-M. Os 457 homens que foram avaliados neste estudo, eram oriundos de desportos onde são necessários períodos curtos de potência máxima e uma alta capacidade anaeróbia durante toda a competição, foram eles o Lacrosse, Futebol Americano, Polo aquático, Boxe, Atletismo, Ciclismo, Futebol, Basebol e Luta Olímpica. A média da WAnT-PA (951 ± 141 w) e da WAnT-PR (11.65 ± 1.39 w.kg<sup>-1</sup>) encontrada nestes atletas, foi inferior à encontrada nos atletas de Kickboxing do nosso estudo. Já a WAnT-MA foi ligeiramente superior (686

$\pm 91$  w), embora a WAnT-MR tenha sido inferior ( $8.47 \pm 0.88$  w.kg<sup>-1</sup>). O índice de fadiga (WAnT FI) foi também reportado neste estudo ( $47 \pm 7.6$  %), valor muito aproximado aos valores encontrados em atletas de Luta Olímpica da seleção nacional sul-coreana ( $46.5 \pm 9.3$  %) e de um atleta profissional de MMA (44.5 %). Já o presente estudo reporta valores mais elevados, de  $61.6 \pm 4.2$  %. No entanto, o WAnT FI está inversamente relacionado com a WAnT-P. Ter um WAnT FI baixo ou alto não indica diretamente a capacidade de um atleta, mas se existirem dois atletas com a mesma WAnT-P e se um tiver um WAnT FI mais baixo, esse atleta, fisiologicamente falando, será provavelmente o melhor atleta em competição (Zupan et al., 2009).

#### 3.4. Aptidão decorrente da avaliação em protocolos maximais de média duração

No Kickboxing, embora o contributo anaeróbio seja essencial (Buse & Santana, 2008; Buse, 2009; Nikolaïdis et al., 2011), o contributo aeróbio também é bastante importante, nomeadamente, na recuperação entre os assaltos, nos combates com uma maior duração (classe A ou B) e quando um nível de lactato muito alto é atingido, devido aos curtos períodos de descanso entre os assaltos e intensidade do combate (Guidetti et al., 2002; Nikolaïdis et al., 2011; Smith, 2006), pelo que se torna necessário estes atletas terem uma potência aeróbia e um limiar anaeróbio elevado (Guidetti et al., 2002).

Allard, (1984) investigou o VO<sub>2max</sub> de 5 lutadores de Full-contact (Kickboxing), com idades compreendidas entre os 20 e os 26 anos e com uma experiência média de treino de 10 anos (7-13 anos). Um dos Kickboxers era Jean-Yves Theriault, que na altura era o atual campeão de pesos médios da PKA (Professional Karate Association), a única federação do mundo que organizava combates de Full-Contact. Foi utilizado um teste em tapete rolante com velocidade constante, 7 milhas por hora ( $11.265\text{km.h}^{-1}$ ), com a inclinação a aumentar 2% a cada três minutos, até à exaustão do atleta.

Os valores do VO<sub>2max</sub> variaram entre 50.8 a 70.5 mL.kg.min, com um valor médio de 58.9 mL.kg.min. Um dos sujeitos, Richard Widmont, apresentou um valor

bastante elevado, 70.5 mL.kg.min, provavelmente derivado ao facto de ser um atleta profissional e ser o companheiro de treino de Jean-Yves Theriault. Já Theriault apresentou um valor de 61.2 mL.kg.min, um valor bastante bom para atletas de desportos de combate. Uma das grandes conclusões deste estudo, foi que o Kickboxing é um desporto que desenvolve moderadamente a capacidade aeróbia dos atletas, embora não se chegue a valores observados em atletas de topo de desportos de endurance puro, que passam os 70 mL.kg.min. No entanto, os valores são mais elevados do que os valores encontrados para homens fisicamente ativos, de 35 a 45 mL.kg.min (Yoon, 2002).

Os quatro Kickboxers avaliados por Zabukovec & Tiidus (1995) apresentaram uma média de valores de consumo máximo de oxigénio de 62.7 mL.kg.min (54.0 – 69.1 mL.kg.min), muito semelhante aos valores encontrados no presente estudo (62.43 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; 57.10 – 72.37 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), embora os valores mínimo e máximo sejam ligeiramente menores do que no presente estudo. De referir que no estudo de Zabukovec & Tiidus, o teste foi realizado em cicloergómetro Monark 818E, pelo que os resultados poderão ser 8 a 10% mais baixos do que se o teste fosse efetuado numa passadeira (Astrand & Rodahl, 1977; Astrand & Saltin, 1961).

Quando comparado com o boxe, os Kickboxers e os Pugilistas apresentam valores muito semelhantes, muito provavelmente devido às muitas semelhanças existentes entre estas duas modalidades. No estudo feito por Guidetti, Musulin, & Baldari (2002), com uma amostra de oito pugilistas italianos de elite (amadores), verificou-se um VO<sub>2max</sub> relativo de 57.5 ± 4.7 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Khanna & Manna (2006), avaliaram 30 pugilistas de elite indianos (amadores), verificando um consumo máximo de oxigénio relativo médio de 61.7 ± 9 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Já Smith (2006), reportou valores de 63.8 ± 4.8 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, numa amostra com 23 pugilistas ingleses de elite (amadores), referindo ainda no seu estudo os valores absolutos (3.99 ± 0.5 L.min<sup>-1</sup>). Os valores observados são muito próximos do que os apresentados no presente estudo, sugerindo que o Boxe e o Kickboxing são desportos com exigências metabólicas muito semelhantes.

Relativamente ao MMA, os resultados também são algo semelhantes. Num estudo publicado por Alm (2013), com cinco lutadores de elite, são obtidos valores de  $VO_{2max}$  relativo de  $62.75 \pm 4.86 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e valores absolutos de  $5 \pm 0.65 \text{ L.min}^{-1}$ . Schick et al. (2010), avaliaram 11 lutadores de MMA, de nível local e regional, apresentando valores relativos de  $55.5 \pm 7.3 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Schick, refere no seu estudo, que os valores apresentados poderão ser resultado dos intensos treinos de condicionamento cardiovascular em que os atletas participam, com uma componente mais aeróbia na parte do treino de Kickboxing e mais anaeróbia na parte do treino de *Grappling*. Para além disso, os combates de MMA no *Ultimate Fighting Championship* (liga de MMA mais conceituada), têm a duração de três assaltos de cinco minutos para combates sem disputa de títulos ou cinco assaltos de cinco minutos, para combates com disputa de títulos (UFC, n.d.), pelo que a capacidade aeróbia não pode ser ignorada. Também Lovell, Bousson, & McLellan (2013), num estudo de caso com um atleta de MMA de elite, reportaram um valor relativo de  $54.96 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e absoluto de  $4.98 \text{ L.min}^{-1}$ .

Outras modalidades de luta em pé, apresentam resultados inferiores. Atletas de Karate apresentam valores de consumo máximo de oxigénio relativo de  $58.7 \pm 3.1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Ravier, Dugué, Grappe, & Rouillon, 2009) e  $57.5 \pm 5.2 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Imamura, Yoshimura, Uchida, Nishimura, & Nakazawa, 1998), sendo que o último estudo também reporta valores absolutos ( $3.81 \pm 0.5 \text{ L.min}^{-1}$ ). Ainda no Karate, são reportados valores entre  $47.8 \pm 4.4$  e  $61.4 \pm 2.6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , num estudo de revisão (Chaabène et al., 2012). Outro estudo de revisão, mostra que os atletas de Taekwondo apresentam valores relativos, que vão desde os 44 aos  $63 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Bridge et al., 2014).

Estudos realizados com atletas de desportos de preensão ou *grappling*, também reportam valores mais baixos, muito possivelmente devido às diferentes exigências metabólicas, onde o contributo anaeróbio é mais elevado. Atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro (Elite; n=10) apresentam valores de  $49.4 \pm 3.6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , embora seja importante referir que a análise do  $VO_{2max}$  foi estimada, recorrendo a uma equação para homens fisicamente ativos, através dos dados obtidos numa prova de esforço – protocolo de Bruce.

Na luta olímpica, Yoon & Jun (1990), reportam valores relativos de  $60.24 \pm 5.13 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e valores absolutos de  $4.39 \pm 0.70 \text{ L.min}^{-1}$ . Um dos mesmos autores do estudo, Yoon (2002), num estudo de revisão, reporta valores mais baixos, entre 53 a  $56 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Esta diferença pode ser explicada pelo seguinte motivo: na altura dos Jogos Olímpicos de 1988, em Seul, era normal recrutar para a luta olímpica indivíduos que tivessem um  $\text{VO}_{2\text{max}}$  a rondar os  $60 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , alguns a passar os  $70 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , altura em que os combates se dividiam em dois assaltos de três minutos cada, com 30 segundos de descanso entre cada um. Mais tarde, nos anos 90, a federação internacional mudou as regras, passando os combates para apenas um assalto de cinco minutos, pelo que a procura passou para um foco mais anaeróbio, mas com um bom suporte aeróbio (Yoon, 2002). Atletas de Judo, equipa A (n=7) e reservas (n=15) da seleção nacional brasileira, reportam valores de  $48.3 \pm 8.1$  e  $49.6 \pm 5.5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , respetivamente (Franchini et al., 2007), sendo importante referir que a medição do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  foi estimada, recorrendo ao teste de Cooper. Num estudo de Franchini, Takito, Kiss, & Sterkowicz (2005), também com atletas da seleção nacional brasileira (n=15), foram reportados valores superiores,  $58.13 \pm 10.83 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , sendo que neste estudo a avaliação foi feita em tapete rolante. Ainda no Judo, num estudo de revisão (Franchini, Del Vecchio, et al., 2011), foram encontrados valores entre os 50 e os  $55 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . No Sumo, os atletas apresentam valores de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  relativo de  $31.1 \pm 1.3 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e absoluto de  $3.6 \pm 1.3 \text{ L.min}^{-1}$ , o que se poderá dever à grande quantidade de massa gorda que estes atletas apresentam e à falta de treino aeróbio, tanto em treino como em competição (Beekley et al., 2006).

No que diz respeito aos LVs, os atletas do presente estudo, mostram valores elevados. O LV1 é atingido a  $66.9 \pm 5.9 \%$  do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e o LV2 a  $82.9 \pm 5.9 \%$  do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Atletas de Boxe apresentam valores inferiores (LV1 -  $49.2 \pm 5.2 \%$ ; LV2 -  $78.4 \pm 2.6 \%$ ) (Guidetti et al., 2002). No MMA também são reportados valores mais baixos, embora muito próximos (LV1 -  $63.19 \pm 7.7 \%$ ; LV2 -  $82.22 \pm 7.22 \%$ ) (Alm, 2013). Num estudo de revisão, verificou-se que os atletas de Judo atingem o LV1 entre 57.5 e  $66.3 \%$  do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , atingindo o LV2 entre os 78.7 e os  $84.4\%$  do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (Franchini,

Del Vecchio, et al., 2011). Atletas de Luta Olímpica atingem o LV2 a  $76.55 \pm 2.92$  % do  $VO_{2max}$  (Yoon & Jun, 1990).

O LV2 aproxima-se do LAn (Beaver, Wasserman, & Whipp, 1986; Reinhard, Müller, & Schmülling, 1979, citados por Silva, Deresz, & Lima, 2006). Ter um  $VO_{2max}$  elevado poderá ser um pré-requisito para a performance em eventos de endurance de alto nível, mas o LAn poderá ser uma variável mais preditiva da performance (Edwards, Clark, & Macfadyen, 2003; Wilmore & Costill, 2005). O LAn ocorre geralmente entre os 50 e os 65% do  $VO_{2max}$  em indivíduos não treinados e entre 70 a 85% em indivíduos treinados (Abernethy et al., 2004), sendo que este valor pode estar situado entre os 80 e os 90% em alguns corredores de longas distâncias de classe mundial (McArdle, Katch, & Katch, 1996). Embora o Kickboxing seja um desporto intermitente, onde os combates amadores duram apenas um total de oito minutos (três assaltos de dois minutos, com um minuto de intervalo entre cada um), o limiar anaeróbio é um fator importantíssimo. Guidetti, Musulin, & Baldari, (2002) verificaram no seu estudo, que uma das variáveis mais relacionadas com o ranking no Boxe era o LAn, já que ter um LAn elevado pode evitar ou atrasar a percepção de fadiga profunda, visto que a acumulação de lactato sanguíneo leva a uma exaustão prematura (Urhausen et al., 1994) e tanto os pugilistas como os atletas de Kickboxing têm apenas um minuto de descanso entre cada assalto, assaltos esses que são caracterizados por intensidades elevadas. Num estudo com 10 pugilistas Olímpicos de Elite, foi verificado que num combate simulado de três assaltos de dois minutos, com um minuto de intervalo entre cada assalto (igual ao tempo de um combate de Kickboxing amador), níveis de frequência cardíaca superior à frequência cardíaca equivalente ao LV2, foram os mais predominantes ao longo do combate, o que demonstra a grande exigência metabólica da competição (Barbosa de Lira et al., 2013).

### 3.5. Coração do atleta

É sabido que atletas têm as dimensões cardíacas aumentadas, comparativamente a indivíduos sedentários (Pelliccia et al., 2002; Rawlins et al., 2009; Spirito et al.,



1994). Neste estudo, foram analisadas as principais variáveis ecocardiográficas dos atletas de Kickboxing. Quando analisadas as últimas recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia (SAE) e da Associação Europeia de Imagiologia Cardíaca (AEIC), relativamente à quantificação das câmaras cardíacas em adultos (Lang et al., 2015), verificamos que os atletas de Kickboxing, apresentam valores aumentados em algumas variáveis. São elas o diâmetro do ventrículo esquerdo na diástole (VED) (SAE/AEIC -  $50.2 \pm 4.1$  mm; Kickboxing -  $60.0 \pm 4.2$  mm), o diâmetro da raiz da aorta (RA) (SAE/AEIC -  $26 \pm 3$  mm; Kickboxing -  $29.7 \pm 2.8$  mm), o volume diastólico (VD) (SAE/AEIC -  $106 \pm 22$  mL/bat; Kickboxing -  $181.6 \pm 29.8$  mL/bat) e o volume sistólico (VS) (SAE/AEIC -  $41 \pm 10$  mL/bat; Kickboxing -  $63.7 \pm 17.1$  mL/bat). Os restantes valores encontram-se dentro da amplitude mínima e máxima. Ao analisar os dados de um estudo realizado por Ghorayeb, Batlouni, Pinto, & Dioguardi (2005), com 30 maratonistas e 30 indivíduos sedentários, também verificamos que as mesmas variáveis, a massa do ventrículo esquerdo (MVE) e a massa do ventrículo esquerdo relativamente à superfície corporal (Mve/SC), se encontram superiores nos atletas de Kickboxing, quando comparados com os indivíduos sedentários (MVE Sedentários -  $134 \pm 27$  g; MVE Kickboxing -  $184 \pm 40$  g; Mve/SC Sedentários -  $70 \pm 15$  mm; Mve/SC Kickboxing -  $98.11 \pm 15.18$  mL/bat).

### 3.6. Mecanismos neuro-musculares de produção de movimento e avaliação da força

No Kickboxing, os atletas utilizam técnicas com os membros superiores e com os membros inferiores. No entanto, cada golpe de punhos, envolve a tripla extensão, extensão essa que envolve o tornozelo, o joelho e a anca para gerar força a partir do solo (Turner, 2009). Filimonov et al. (1985), analisaram o direto da direita de 120 pugilistas, classe júnior até classe elite, onde os resultados demonstraram que os pugilistas de elite geram a força dos seus golpes maioritariamente da musculatura dos membros inferiores. Dada a importância da musculatura dos membros inferiores em atletas de Kickboxing, procedeu-se a uma avaliação da força muscular em dinamómetro isocinético, para os extensores e flexores do joelho, nas velocidades angulares de  $60^\circ\text{s}^{-1}$  e  $180^\circ\text{s}^{-1}$ . Zabukovec & Tiidus (1995), também procederam a este tipo de avaliação nas mesmas velocidades angulares, no entanto,

apenas avaliaram os extensores do joelho. No seu estudo, foi reportado um momento forma máximo nos extensores do joelho (MF-Ej-A) a  $60^{\circ}\text{s}^{-1}$  de 220.0 N.m e um MF-Ej-A a  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  de 168.0 N.m. Valores estes que se situam nos  $3.0 \text{ N.m.kg}^{-1}$  e  $2.3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ , respetivamente, quando referentes ao rácio expresso em percentagem, do momento forma máximo produzido pelo peso corporal dos atletas (MF-Ej-R). Os valores dos atletas do presente estudo são ligeiramente superiores no MF-Ej-A ( $240.0 \pm 27 \text{ N.m}$ ) e MF-Ej-R ( $3.34 \pm 0.26 \text{ N.m.kg}^{-1}$ ), mas iguais no MF-Ej-A a  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  ( $168.0 \pm 28 \text{ N.m}$ ) e no MF-Ej-R a  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  ( $2.32 \pm 0.23 \text{ N.m.kg}^{-1}$ ). Em atletas de Judo bem treinados (Tumilty et al., 1986, citados por Franchini et al., 2011) foram reportados valores de  $3.1 \pm 0.4 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Ej-R e de  $2.0 \pm 0.4 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o momento forma máximo relativo nos flexores do joelho (MF-Fj-R). Nos kickboxers deste estudo, o MF-Ej-R foi mais elevado, enquanto que o MF-Fj-R foi ligeiramente mais baixo ( $1.93 \pm 0.19 \text{ N.m.kg}^{-1}$ ). Recentemente, Ghrairi, Hammouda, & Malliaropoulos (2014), avaliaram 10 atletas da seleção nacional de Judo da Tunísia, uma das melhores equipas do continente Africano. As velocidades angulares avaliadas foram de  $90^{\circ}\text{s}^{-1}$ ,  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  e  $240^{\circ}\text{s}^{-1}$ . No que diz respeito à velocidade de  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$ , os judocas tunisinos apresentaram uma média de MF-Ej-A de  $182 \pm 23.4 \text{ N.m}$  e uma média de MF-Fj-A de  $116 \pm 14.0 \text{ N.m}$ , valores superiores aos encontrados nos kickboxers. Num estudo com o objetivo de comparar o torque muscular entre atletas de elite de diferentes desportos de combate, foram reportados dados de MF-Ej-R e de MF-Fj-R de pugilistas e de atletas de Taekwondo de dois diferentes estilos (ITF e WTF). Embora não seja reportado no estudo qual a velocidade angular avaliada, esta será muito provavelmente de  $60^{\circ}\text{s}^{-1}$ , já que para um melhor estudo do pico de torque ou momento máximo, utiliza-se normalmente a velocidade de  $60^{\circ}\text{s}^{-1}$ , pois quanto menor a velocidade angular, maior é o torque (Yoon, Park, Kang, Chun, & Shin, 1991). Os atletas de Taekwondo WTF foram os que apresentaram valores mais elevados ( $3.62 \pm 0.7 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Ej-R e  $2.12 \pm 0.3 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Fj-R), maiores também que os atletas de Kickboxing deste estudo, o que pode ser explicado pelo estilo de competição destes atletas, que usam 90% de pernas durante todo o combate e esporadicamente os punhos (10%) (Kim KJ, 1993, citado por Pedzich, Mastalerz, & Sadowski, 2012). Os atletas de Taekwondo ITF, que durante o combate já usam intervaladamente punhos (40%) e pernas (60%) (Budjak, 2004, citado por Pedzich et al., 2012) apresentaram valores mais baixos ( $3.23 \pm 0.4 \text{ N.m.kg}^{-1}$

<sup>1</sup> para o MF-Ej-R e  $1.9 \pm 0.4 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Fj-R) que os kickboxers deste estudo. Os pugilistas são os que apresentam valores mais baixos ( $3.15 \pm 0.5 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Ej-R e  $1.83 \pm 0.3 \text{ N.m.kg}^{-1}$  para o MF-Fj-R) dos três grupos, embora também sejam os atletas com menos tempo de prática (Taekwondo WTF –  $8 \pm 1.0$  anos; Taekwondo ITF –  $9 \pm 0.6$  anos; Boxe  $5 \pm 2.0$  anos). Zvijac, Toriscelli, Merrick, Papp, & Kiebzak (2014), realizaram um estudo com jogadores universitários de Futebol Americano da NCAA, que tinham sido convidados para participar na *NFL Scouting Combine*. O estudo foi realizado entre 2008 e 2011, com 1252 jogadores, com idades compreendidas entre 20 e os 27 anos. Os jogadores apresentaram valores para o MF-Ej-A a  $60^\circ\text{s}^{-1}$  de  $313.6 \pm 70.7 \text{ N.m}$  e para o MF-Fj-A a  $60^\circ\text{s}^{-1}$  de  $209.8 \pm 44.6 \text{ N.m}$ , valores muito superiores aos encontrados nos kickboxers do presente estudo, o que pode ser explicado pelo enorme tamanho corporal que os atletas de Futebol Americano costumam apresentar e também pelos elevados níveis de força e potência necessários para a modalidade. No entanto, quando verificados os valores relativamente ao peso corporal dos atletas (MF-Ej-R de  $2.90 \pm 0.63 \text{ N.m.kg}^{-1}$  e MF-Fj-R de  $1.94 \pm 0.38 \text{ N.m.kg}^{-1}$ ), reparamos que os atletas de Kickboxing apresentam valores ligeiramente mais elevados no MF-Ej-R e apenas ligeiramente inferiores no MF-Fj-R.

### 3.7. Outros traços fenotípicos

O rácio 2D: 4D é considerada um biomarcador para a performance em várias modalidades desportivas, devido à ligação existente entre este rácio e a quantidade de testosterona pré-natal recebida pelo feto, durante o período intrauterino (Bennett et al., 2010; Hönekopp & Schuster, 2010; Hull et al., 2015; Manning & Brunded, 2001; Manning et al., 2007; Manning, 2002a, 2002b; Tamiya et al., 2012; Voracek et al., 2006; Wu et al., 2013). O rácio 2D: 4D da mão direita, reflete com mais precisão os níveis de testosterona pré-natal (Hönekopp & Watson, 2010; Manning et al., 2007; Manning, 2002a). Os valores do rácio 2D: 4D dos atletas do presente estudo, apresentam valores idênticos na mão esquerda ( $1.01 \pm 0.01$ ) e na mão direita ( $1.01 \pm 0.03$ ). No entanto, se analisarmos a variância, verificamos que na mão esquerda os

valores se situam entre 1.0 e 1.03, já os valores da mão direita situam-se entre 0.95 e 1.04.

Malik, Singh, & Malik (2014), realizaram um estudo com o objetivo de examinar a diferença entre o rácio 2D: 4D e a testosterona salivar em 107 praticantes de desportos de combate de elite indianos (42 pugilistas, 37 atletas de luta olímpica e 28 judocas) e 150 não desportistas. A média do rácio 2D: 4D em ambas as mãos, foi de 0.956, 0.962 e 0.963, para os pugilistas, atletas de luta olímpica e judocas, respetivamente. Já os não praticantes, apresentaram valores mais baixos, de 0.989, valor esse que se encontra dentro do valor médio encontrado para homens na população geral (0.98) (Manning et al., 1998). As concentrações salivares de testosterona também foram significativamente maiores nos desportistas (Boxe – 95.75 pg/mL; Luta Olímpica – 94.17 pg/mL; Judo – 94.00 pg/mL; não desportistas – 78-08 pg/mL), concluindo assim que o rácio 2D: 4D pode ser um marcador útil para a exposição androgénica pré-natal, estando este associado ao sucesso desportivo em desportos que tenham como requisitos uma potência muscular elevada e um sistema cardiovascular bem desenvolvido, como é o caso do Kickboxing.

### 3.8. Informações complementares da avaliação do atleta

A orientação motivacional para a tarefa ou para o ego, tem sido bastante estudada e discutida. Os atletas do presente estudo apresentaram valores elevados de orientação para a tarefa ( $4.75 \pm 0.42$ ) e valores baixos de orientação para o ego ( $2.44 \pm 0.84$ ). Também atletas de Karate de elite, de nível nacional ( $n=66$ ) e de nível internacional ( $n=22$ ), apresentaram valores baixos para o ego (nacional:  $2.69 \pm 0.89$ ) (internacional:  $2.74 \pm 0.89$ ) e altos para a tarefa (nacional:  $4.03 \pm 0.77$ ) (internacional:  $4.25 \pm 0.55$ ) (Gouveia, 2011). Lopes, Neto, & Vianna (2012) avaliaram a orientação motivacional de diferentes praticantes de artes marciais e desportos de combate: Jiu-Jitsu ( $n=10$ ), Aikido ( $n=10$ ), Muay-Thai ( $n=10$ ) e Judo ( $n=10$ ), concluindo que a orientação para a tarefa é predominante. Os atletas de Jiu-Jitsu apresentaram uma orientação para o ego de 2.8 e para a tarefa de 4.7, os

praticantes de Aikido reportaram uma média de orientação para o ego de 2.7 e de 4.7 para a tarefa, os atletas de Muay-Thai apresentaram valores de orientação motivacional para o ego de 3.2 e de 4.8 para a tarefa, enquanto os judocas obtiveram valores de orientação para o ego de 3.3 e para a tarefa de 4.7. Lopes, Neto, & Vianna (2012), acrescentam ainda, que segundo os dados obtidos no seu estudo, se pode concluir que estudantes praticantes das modalidades observadas, não correspondem ao estereótipo de violência associado aos praticantes de artes marciais e desportos de combate. Pelo contrário, os sujeitos investigados apresentaram um perfil motivacional relacionado aos valores pró-sociais de respeito, disciplina, persistência e autocontrolo.

### 3.9. Resumo e reconhecimento de limitações

O Kickboxing é um desporto muito exigente física e psicologicamente, onde os atletas necessitam de ter um elevado espírito de sacrifício e perseverança durante o treino e a competição. Desta forma, e segundo a revisão da literatura efetuada sobre a orientação para a realização de objetivos e os resultados obtidos com atletas de outros desportos de combate e nos do presente estudo, acredito que os atletas de Kickboxing sejam predominantemente orientados para a tarefa.

Uma das limitações deste estudo prende-se com o facto de que alguns fatores importantes para a performance no Kickboxing, como os aspetos técnicos e táticos e outros aspetos fisiológicos mais específicos, não terem sido considerados. No entanto, foram utilizados protocolos validados, tendo sido já avaliados pelos mesmos, atletas de elite de vários desportos de combate.

Um dos grandes problemas na avaliação e controlo do treino é outra das limitações deste estudo. Para o mesmo atributo de desempenho existirem diferentes protocolos. Mesmo quando estão em causa os mesmos protocolos, basta a utilização de diferentes ergómetros para que a comparabilidade dos dados esteja alterada, como é o caso da avaliação do  $VO_{2max}$  com tapete rolante ou cicloergómetro.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES**

Os atletas de Kickboxing deste estudo apresentaram resultados comparáveis ou mesmo superiores, a atletas de elite de outros desportos de combate, reportando um baixo percentual de massa gorda, um bom nível de BMC e BMD, níveis de potência aeróbia e de potência mecânica máxima e média elevados e bons níveis de força muscular nos extensores e flexores do joelho. Algumas das dimensões cardíacas encontram-se aumentadas, relativamente a indivíduos sedentários, tal como acontece na maioria dos desportos. Apresentam ainda elevados níveis de orientação motivacional para a tarefa e um rácio 2D: 4D igual a um para ambas as mãos.

Estes resultados, demonstram assim, as elevadas exigências físicas do Kickboxing, o que obriga estes atletas a desenvolver uma série de capacidades físicas para singrar na modalidade.

A informação e resultados deste estudo, poderão conter informação útil para os treinadores, já que até à data apenas tinha sido realizado um estudo do mesmo género, com menos variáveis e menos atletas.

Futuras pesquisas, apontam para a criação e/ou validação de instrumentos que avaliem aspetos fisiológicos mais específicos, bem como aspetos técnicos e táticos, em situação específica de treino e/ou competição

## CAPÍTULO 7: REFERÊNCIAS

- Abernethy, B., Kippers, V., Hanrahan, S., Pandy, M., McManus, A., & Mackinnon, L. (2004). *Biophysical Foundations of Human Movement* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Allard, Y. E. (1984). Kickboxers vs Karate Fighters: Who's in better shape? *Black Belt*, 44–48.
- Alm, P. (2013). Physiological Characters in Mixed Martial Arts. *American Journal of Sports Science*, 1(2), 12.
- Amtmann, J. A. (2004). Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 194–196.
- Andreato, L. V., Franchini, E., M. Franzói de Moraes, S., Esteves, J. V. D. C., Pastório, J. J., Andreato, T. V., ... Vieira, J. L. L. (2012). Perfil Morfológico de Atletas de Elite de Brazilian Jiu-Jitsu. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 18(1), 46–50.
- Andreoli, A., & Monteleone, M. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 507–511.
- Armstrong, N., & Welsman, J. R. (2000). Anaerobic Performance. In N. Armstrong & W. Van Mechelen (Eds.), *Paediatric Exercise Science and Medicine* (1st ed., pp. 37–41). Oxford: University Press.
- Arseneau, E., Mekary, S., & Léger, L. A. (2011). VO<sub>2</sub> Requirements of boxing exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 348–359.
- Artioli, G. G., Franchini, E., & Lancha Junior, A. H. (2006). Perda de peso em esportes de combate de domínio: revisão e recomendações aplicadas. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 8(2), 92–101.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Batista, R. N., Polacow, V. O., & Lancha Jr, A. H. (2009). Physiological, performance, and nutritional profile of the Brazilian Olympic Wushu Team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 20–5.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42, 436–442.

- Artoli, G. G., Franchini, E., Solis, M. Y., Fuchs, M., Takesian, M., Mendes, S. H., ... Lancha Junior, A. H. J. (2011). Tempo de recuperação entre a pesagem e o início das lutas em competições de judô do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira Educação Física E Esporte*, 25, 371–376.
- Astrand, P., & Rodahl, K. (1977). *Textbook of work physiology*. New York (NY): McGraw-Hill.
- Astrand, P., & Saltin, B. (1961). Maximal oxygen uptake and heart rate in various type of muscular activity. *J App Physiol*, 16, 977–981.
- Azevedo, P. H. S. M., Garcia, A., Duarte, J. M. P., Rissato, G. M., Carrara, V. K. P., & Marson, R. A. (2009). Limiar Anaeróbio e Bioenergética: uma abordagem didática e integrada. *Revista Da Educação Física/UEM*, 20(3), 453–464.
- Barbosa de Lira, C. A., Peixinho-Pena, L. F., Vancini, R. L., Guina Fachina, R. J. de F., de Almeida, A. A., Andrade, M. D. S., & da Silva, A. C. (2013). Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 175–82.
- Barros Neto, T. (1994). Hipertrofia ventricular secundária ao exercício físico. 1994. *Rev Soc Cardiol Est São Paulo*, 4, 376–81.
- Basset Jr, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (Basic Sciences Commentaries).
- Beaver, W., Wasserman, K., & Whipp, B. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange A new method for detecting threshold by gas exchange anaerobic. *J Appl Physiol*, 60, 2020–2027.
- Beekley, M. D., Abe, T., Kondo, M., Midorikawa, T., & Yamauchi, T. (2006). Comparison of Normalized Maximum Aerobic Capacity and Body Composition of Sumo Wrestlers to Athletes in Combat and Other Sports. *Journal of Sports Science and Medicine*, (CSSI), 13–20.
- Bella, J. N., Devereux, R. B., Roman, M. J., O’Grady, M. J., Welty, T. K., Lee, E. T., ... Howard, B. V. (1998). Relations of left ventricular mass to fat-free and adipose body mass: the strong heart study. The Strong Heart Study Investigators. *Circulation*, 98(23), 2538–2544.
- Bennett, M., Manning, J. T., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Digit ratio (2D:4D) and performance in elite rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1415–1421.
- Bevegard, S., Holmgren, A., & Johnson, B. (1963). Circulatory studies in well-trained athletes at rest and during exercise, with special reference to stroke volume and influence of body position. *Acta Physiol Scand*, 57, 26–38.



- Block, J., Friedlander, A., Brooks, G., Steiger, P., Stubbs, H., & Genant, H. (1989). Determinants of bone density among athletes engaged in weight-bearing and non-weight-bearing activity. *Journal of Applied Physiology*, *67*(3), 1100–1105.
- Boguszewski, D., Boguszewska, K., Kwapisz, E., Adamczyk, J., Urbańska, N., & Białoszewski, D. (2012). The effect of sport massage on the mental disposition in kickboxing and judo competitors, reducing their body mass prior to competitions. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, *3*(2), 91–93.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization Training for Sports*. Champaign: Human Kinetics.
- Bridge, C. A., Santos, J. F. da S., Franchini, E., Chaabène, H., & Pieter, W. (2014). Physical and Physiological Profiles of Taekwondo Athletes. *Sports Medicine*, *44*, 713–733.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(5), 313–38.
- Buse, G. J. (2009). Kickboxing. In R. Kordi, N. Maffuli, R. R. Wroble, & W. A. Wallace (Eds.), *Combat Sports Medicine* (pp. 331–350). Springer.
- Buse, G. J., & Santana, J. C. (2008). Conditioning Strategies for Competitive Kickboxing. *Strength and Conditioning Journal*, *30*(4), 42–48.
- Callan, S. D., Brunner, D. M., Devolve, K. L., Mulligan, S. E., Hesson, J., Wilber, R. L., & Kearney, J. T. (2000). Physiological Profiles of Elite Freestyle Wrestlers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *14*(2), 162.
- Camargo, F., Hirota, V., & Verardi, C. E. (2008). Orientação Motivacional na Aprendizagem Esportiva do Futsal na Escola. *Revista Mackenzie de Educação Física E Esporte*, *7*(3), 53–62.
- Castanheira, J., Valente-dos-Santos, J., Duarte, J., Vaz, V., Figueiredo, A. J., Leite, N., ... Coelho-e-silva, M. (2014). Morfologia do ventrículo esquerdo em adolescentes: comparação entre atletas e não atletas. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *20*(6), 480–485.
- Ccann, G., Muir, D., & Hills, W. (2000). Athletic left ventricular hypertrophy: longterm studies are required. *Eur Heart J*, *21*, 351–3.
- CDC, C. for D. C. and P. (1998). Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, *47*(6), 105–108.
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and Physiological Profile of Elite Karate Athletes. *Sports Medicine*, 1–15.

- Chaabène, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., ... Hachana, Y. (2014). Amateur Boxing: Physical and Physiological Attributes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*.
- Chi, L., & Duda, J. (1995). Multi-sample confirmatory factor analysis of the Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, (66), 91–98.
- Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Simões, F., Seabra, A., Natal, A., Vaeyens, R., ... Malina, R. M. (2010). Discrimination of U-14 soccer players by level and position. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 790–796.
- Da Silva Junior, G. (2012, December). Direção motivacional, motivação e traços de ansiedade em jovens atletas da modalidade remoEFDeportes. *EFDeportes.com*.
- Dai, S., Harrist, R., Rosenthal, G., & Labarthe, D. (2009). Effects of body size and body fatness on left ventricular mass in children and adolescents: Project HeartBeat! *Am J Prev Med*, 37, S97–S104.
- De Simone, G., Daniels, S. R., Devereux, R. B., Meyer, R. a, Roman, M. J., de Divitiis, O., & Alderman, M. H. (1992). Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *Journal of the American College of Cardiology*, 20(5), 1251–1260.
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chakon-Mikahil, M. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento & Percepção*, 7(10), 263–281.
- Denadai, B. S. (1995). Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 1(2), 74–88.
- Denadai, B. S., & Balikian Junior, P. (1995). Relação entre limiar anaeróbio e performance no Short Triathlon. *Revista Paulista de Educação Física*, 9, 10–15.
- Devereux, R., Alonso, D., Lutas, E., Gottlieb, G., Campo, E., Sachs, I., & Al., E. (1986). Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol.*, (57), 8–450.
- Devonport, T. J. (2006). Perceptions of the Contribution of Psychology to Success in Elite Kickboxing. *Journal of Sports Science and Medicine*, (Combat Sports Special Issue), 99–107.
- Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M. a., Aschieri, P., Eusebi, F., ... Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 603–610.
- Du Bois, D., & Du Bois, E. (1916). A formula to estimate approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med*, (17), 71–129.

- Duarte, S. S. (2013). *1988 vs 2013 - 25 anos, 25 histórias*. Federação Portuguesa de Kickboxing e Muay Thai.
- Edwards, A. M., Clark, N., & Macfadyen, A. M. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2(1), 23–29.
- Federação Portuguesa de Kickboxing e Muay-Thai. (2013). Regulamento de Competição. Federação Portuguesa de Kickboxing e Muay-Thai.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho-e-Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009a). Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 883–891.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho-e-Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009b). Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*, 36(1), 60–73.
- Filimonov, V. I., Koptsev, K. ., Husyanov, Z. M., & Nazarov, S. S. (1985). Boxing: Means of increasing strength of the punch. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 7(6), 65–66.
- Fonseca, A. ., & Biddle, S. J. (1996). Estudo inicial para a adaptação do Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire (TEOSQ) à realidade portuguesa. [Exploratory study to adapt the Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire (TEOSQ) to Portuguese reality]. In *Proceedings of the IV International Conference on Psychological Assessment: Development and Contexts*. Braga: Minho University Press.
- Foster, B. J., Gao, T., Mackie, A. S., Zemel, B. S., Ali, H., Platt, R. W., & Colan, S. D. (2013). Limitations of expressing left ventricular mass relative to height and to body surface area in children. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 26(4), 410–418.
- Franchini, E., Boscolo, F., & Vecchio, D. (2011). Estudos em modalidades esportivas de combate : estado da arte. *Revista Brasileira de Educação Física E Esporte*, 25(n. esp.), 67–81.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological Profiles of Elite Judo Athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147–166.
- Franchini, E., Nunes, A. V., Moraes, J. M., & Del Vecchio, F. B. (2007). Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), 59–67.
- Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M. A. P. D. M., & Sterkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22(4), 315–328.

- Frick, M., Konttinen, A., & Sarajas, H. (1963). Effects of physical training on circulation at rest and during exercise. *Am J Cardiol*, 12, 142–7.
- Fry, A. C., & Newton, R. U. (2006). A brief history of strength training and basic principles and concepts. In W. J. Kraemer & K. Hakkinen (Eds.), *Handbook of Sports Medicine and Science Strength Training for Sport* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.
- García-Pallars, J., & Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Medicine*, 41(4), 329–343.
- Ghorayeb, N., & Batlouni, M. (1998). Hipertrofia ventricular: mecanismos envolvidos na indução e possibilidades de regressão. *Rev Soc Cardiol Est São Paulo*, 8, 298–301.
- Ghorayeb, N., Batlouni, M., Pinto, I. M. F., & Dioguardi, G. S. (2005). Hipertrofia Ventricular Esquerda do Atleta. Resposta Adaptativa Fisiológica do Coração. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 85(3), 191–197.
- Ghosh, A. K. (2004). Review Article Anaerobic Threshold : Its Concept and Role in Endurance Sport. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 11(1), 24–36.
- Ghosh, A. K. (2010). Heart Rate , Oxygen Consumption and Blood Lactate Responses During Specific Training in Amateur Boxing, 22(1), 1–12.
- Ghosh, A. K., Goswami, A., & Ahuja, A. (1995). Heart rate & blood lactate response in amateur competitive boxing. *The Indian Journal of Medical Research*, 102, 83–179.
- Ghraiiri, M., Hammouda, O., & Malliaropoulos, N. (2014). Muscular strength profile in Tunisian male national judo team. *Muscles Ligaments Tendons Journal*, 4(2), 149–153.
- Gimenes, M., Vasconcelos-Raposo, J., & Fernandes, H. M. (2012). Relação entre orientações motivacionais, ansiedade e autoconfiança, e bem-estar subjetivo em atletas brasileiros. *Motricidade*, 8(3), 4–18.
- Gonçalves, C. E., Coelho-e-Silva, M. J., Cruz, J., Torregrosa, M., & Cumming, S. P. (2010). The effect of achievement goals on moral attitudes in young athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(4), 605–611.
- Gouveia, P. (2011). *Perfil Psicológico de prestação, orientações motivacionais e negativismo do praticante de Karate de elite*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Guidetti, L., Musulin, a, & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 309–14.

- Gutgesell, H. P., Paquet, M., Duff, D. F., & McNamara, D. G. (1977). Evaluation of left ventricular size and function by echocardiography. Results in normal children. *Circulation*, *56*(3), 457–462.
- Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R., & Hollmann, W. (1985). Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med*, *6*(3), 117–130.
- Hense, H. W., Gneiting, B., Muscholl, M., Broeckel, U., Kuch, B., Doering, A., ... Schunkert, H. (1998). The associations of body size and body composition with left ventricular mass: Impacts for indexation in adults. *Journal of the American College of Cardiology*, *32*(2), 451–457.
- Hönekopp, J., & Schuster, M. (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out-predicts the other. *Personality and Individual Differences*, *48*(1), 4–10.
- Hönekopp, 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.
- Hoogsteen, J., Hoogeveen, A., Schaffers, H., Wijn, P. F., van Hemel, N. M., & van der Wall, E. E. (2004). Myocardial adaptation in different endurance sports: an echocardiographic study. *Int J Cardiovasc Imaging*, *20*(1), 19–26.
- Howley, E. T., Basset Jr, D. R., & Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1292–1301.
- Hübner-Woźniak, E., Kosmol, A., & Błachnio, D. (2011). Anaerobic capacity of upper and lower limbs muscles in combat sports contestants. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, *2*(2), 91–94.
- Hull, M. J., Schranz, N. K., Manning, J. T., & Tomkinson, G. R. (2015). Relationships between digit ratio (2D:4D) and female competitive rowing performance. *American Journal of Human Biology*, *27*(2), 157–163.
- Imamura, H., Yoshimura, Y., Uchida, K., Nishimura, S., & Nakazawa, A. (1998). Maximal oxygen uptake, body composition and strength of highly competitive and novice karate practitioners. *Appl Human Sci*, *17*(5), 215–218.
- Issurin, V. (2008). *Block Periodization. Breakthrough in the Sport Training*. (M. Yessis, Ed.). Michigan: Ultimate Athlete Concepts.
- Jarić, S., Ropret, R., Kukolj, M., & Ilić, D. B. (1995). Role of agonist and antagonist muscle strength in performance of rapid movements. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *71*(5), 464–468.

- Jetton, A. M., Lawrence, M. M., Meucci, M., Haines, T. L., Collier, S. R., Morris, D. M., ... 1. (2013). Dehydration and acute weight gain in mix martial arts fighters before competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1322–1326.
- Jones, P., & Pearson, J. (1969). Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *The Journal of Physiology*, 204(2), 63–66.
- Karageorghis, C. I., & Terry, P. C. (2011). *Inside Sport Psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Khanna, G. L., & Manna, I. (2006). Study of Physiological Profile of Indian Boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 90–98.
- Kindermann, W., Simon, G., & Keul, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 42(1), 25–34.
- Kondo, T., Zákány, J., Innis, J., & Duboule, D. (1997). Of fingers, toes and penises. *Nature*, 390(6655), 29.
- Krupalija, E., & Kapo, S. (2010). Structural analysis of the situational efficiency in the kickboxing disciplines full contact and low kick, (2), 36–40.
- Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., ... Voigt, J.-U. (2015). Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 28(1), 1–39.e14.
- Lauer, M. S., Anderson, K. M., Kannel, W. B., & Levy, D. (1991). The impact of obesity on left ventricular mass and geometry. The Framingham Heart Study. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 266(2), 231–236.
- Lohmann, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lopes, F. de M., Neto, J. M. M. D., & Vianna, J. A. (2012). A motivação de estudantes praticantes de arte marcial. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 15(166).
- Lovell, D. I., Bousson, M., & McLellan, C. (2013). The Use of Performance Tests for the Physiological Monitoring of Training in Combat Sports : A Case Study of a World Ranked Mixed Martial Arts Fighter. *Journal of Athletic Enhancement*, 2(I), 1–6.
- Malik, A., Singh, B., & Malik, S. (2014). Association between Digital Finger Ratio (2D: 4D) and Salivary Testosterone level in Combative Sports and Non-Sportsmen. *International Journal of Physical Education Sports Management and Yogic Sciences*, 4(1), 41–45.

- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Manning, J. T. (2002a). *Digit ratio: a pointer to fertility, behavior, and health*. Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *J Sports Med Phys Fitness*, 42, 446–450.
- Manning, J. T., & Brunded, P. (2001). The ratio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: A link with testosterone? *British Journal of Cardiology*, 8, 720–723.
- Manning, J. T., Kilduff, L., Cook, C., Crewther, B., & Fink, B. (2014). Digit ratio (2D:4D): A biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations. *Frontiers in Endocrinology*, 5, 1–5.
- Manning, J. T., Morris, L., & Caswell, N. (2007). Endurance running and digit ratio (2D:4D): implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *Am J Hum Biol*, 19(3), 416–421.
- Manning, J. T., 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 (Oxford, England)*, 13(11), 3000–3004.
- Marques, M. A. C. (2004). *O Trabalho de Força no Alto Rendimento Desportivo: Da Teoria à Prática*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Matsumoto, D., Konno, J., & Zoo Ha, H. (2009). Sport Psychology in Combat Sports. In W. A. Wallace, R. R. Wroble, N. Maffuli, & R. Kordi (Eds.), *Combat Sports Medicine* (pp. 41–53). Oxford: Springer.
- Mazess, R., Barden, H., Bisek, J., & Hanson, J. (1990). Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr*, 51(6), 1106–12.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1996). *Exercise Physiology* (4th ed.). Williams & Wilkins.
- Mccargar, L. J., & Crawford, S. M. (1992). Metabolic and anthropometric changes with weight cycling in wrestlers. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 24(11), 1270–1275.
- Nikolaïdis, P., Fragkiadiakis, G., Papadopoulos, V., & Karydis, N. (2011). Differences in Force-Velocity Characteristics of Upper and Lower Limbs of Male Kickboxers. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 3(3), 147–153.

- Ouergui, I., Hammouda, O., Chtourou, H., Zarrouk, N., Rebai, H., & Chaouachi, A. (2013). Anaerobic Upper and Lower Body Power Measurements and Perception of Fatigue During a Kickboxing Match. *The Journal of Sports Fitness and Physical Fitness*, 53(5), 455–460.
- Ouergui, I., Hssin, N., Haddad, M., Franchini, E., Behm, D. G., Wong, D. P., ... Bouhlel, E. (2014). Time-motion analysis of elite male kickboxing competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3537–3543.
- Paunescu, M., Gagea, G., Paunescu, C., Pitigoi, G., & Elisabeta, N. (2013). Relationship Between General Intelligence and Motor Skills Learning Specific to Combat Sports. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 84, 728–732.
- Pedzich, W., Mastalerz, A., & Sadowski, J. (2012). Estimation of muscle torque in various combat sports. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 14(4), 107–112.
- Pelliccia, A., Maron, B. J., De Luca, R., Di Paolo, F. M., Spataro, A., & Culasso, F. (2002). Remodeling of left ventricular hypertrophy in elite athletes after long-term deconditioning. *Circulation*, 105(8), 944–949.
- Perón, A. P. D. O. N., Garcia, L. D. S., Alvarez, J. F. G., Filho, W. Z., & Silva, A. W. Da. (2009). Perfil nutricional de boxeadores olímpicos e avaliação do impacto da intervenção nutricional no ajuste de peso para as categorias de lutas. *O Mundo Da Saúde, São Paulo*, 33(3), 352–357.
- Phelps, V. R. (1952). Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *The American Journal of Human Genetics*, 4(2), 72–89.
- Porto, R. (2001). Estudo da orientação motivacional em futebolistas de diferentes escalões competitivos. Porto: FCDEF-UP.
- Powers, S., & Howley, E. T. (1997). *Exercise physiology*. Madison: Brown & Benchmark Publishers.
- Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(5), 687–694.
- Rawlins, J., Bhan, A., & Sharma, S. (2009). Left ventricular hypertrophy in athletes. *European Journal of Echocardiography: The Journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*, 10(3), 350–356.
- Rodrigues, M. N., Silva, S. C. Da, Monteiro, W. D., & Farinatti, P. D. T. V. (2001). Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 7(4), 125–131.



- Rost, R. (1986). *Athletics and the heart*. Chicago: Year Book Medical Publishers.
- Saad, A. H. (2012). Physiological Profile of the Young Egyptian Wrestlers. *World Journal of Sport Sciences*, 6(1), 45–50.
- Schick, M. G., Brown, L. E., Coburn, J. W., Beam, W. C., Schick, E. E., & Dabbs, N. C. (2010). Physiological Profile of Mixed Martial Artists. *Medicina Sportiva*, 14(4), 182–187.
- Schmidt-Nielsen, K. (1984). *Scaling: Why is Animal Size So Important?* Cambridge University Press.
- Shapira, P. (2009). *Physical Exercise & the Martial Art*. New Delhi: Epitom Book.
- Silva, G., Deresz, C., & Lima, P. (2006). Associação entre limiares ventilatórios e percepção do esforço. *Revista Brasileira de Ciencia E Movimento*, 14(2), 73–80.
- Siri, W. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.), *Techniques for Measuring Body Composition* (pp. 223–244). Washington, DC: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Smith, M. S. (2006). Physiological Profile of Senior and Junior England International Boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, (CSSI), 74–89.
- Spirito, P., Pelliccia, A., Proschan, M., Granata, M., Spataro, A., Bellone, P., ... Maron, B. (1994). Morphology of the “athlete’s heart” assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. *Am J Cardiol*, 74(8), 802–6.
- Tabben, M., Chaouachi, A., Mahfoudhi, M. H., Aloui, A., Hamdi, H., Tourny, C., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological characteristics of high-level combat sport athletes. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 5(2), 1–5.
- Tamiya, R., Lee, S. Y., & Ohtake, F. (2012). Second to fourth digit ratio and the sporting success of sumo wrestlers. *Evolution and Human Behavior*, 33(2), 130–136.
- Tanner, J. M. (1990). *Foetus Into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Turner, A. N. (2009). Strength and Conditioning for Muay Thai Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 31(6), 78–92.
- UFC. (n.d.). 12. Round Length. Retrieved April 23, 2013, from <http://www.ufc.com/discover/sport/rules-and-regulations#12>
- Urhausen, A., Weiler, B., Coen, B., & Kindermann, W. (1994). Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*, 69, 16–20.

- Valente-dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., Ferraz, A., Castanheira, J., Ronque, E. R., Sherar, L. B., ... Malina, R. M. (2014). Scaling left ventricular mass in adolescent boys aged 11–15 years. *Annals of Human Biology*, 41(5), 465–468.
- Valente-Dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., Vaz, V., Figueiredo, A. J., Castanheira, J., Leite, N., ... Malina, R. M. (2013). Ventricular mass in relation to body size, composition, and skeletal age in adolescent athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 23(4), 293–9.
- Vidal Andreato, L., Franzói de Moraes, S. M., Lopes de Moraes Gomes, T., Del Conti Esteves, J. V., Vidal Andreato, T., & Franchini, E. (2011). Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *Science & Sports*, 26(6), 329–337.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Percept Mot Skills*, 103(2), 427–446.
- WAKO. (2012a). Wako Full Contact Rules. Retrieved from <http://www.wakoweb.com/Pdf/1018.pdf>
- WAKO. (2012b). Wako K-1 Rules. Retrieved from <http://www.wakoweb.com/Pdf/1020.pdf>
- WAKO. (2012c). Wako Low-Kick Rules. Retrieved from <http://www.wakoweb.com/Pdf/1019.pdf>
- WAKO-PRO. (2014a). General Wako-Pro Rules and Regulations. Retrieved from <http://www.wakopro.org/en/attachment/3cb2c859-de1f-4a0d-8d77-e23beb3564e3/>
- WAKO-PRO. (2014b). Ring Sport Technical and Competition Rules. Retrieved from <http://www.wakopro.org/en/attachment/05f266af-0b79-4173-8699-232d1939364c/>
- Wasserman, K., & McIlroy, M. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.*, (14), 844–52.
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2007). *Foundation of Sport and Exercise Psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilhelm, M., & Seiler, C. (2012). The athlete's heart: different training responses, gender and ethnicity dependencies. *Cardiovascular Medicine*, 15(3), 69–78.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2005). *Physiology of Sport and Exercise* (3rd ed.). Champaign: Human Kinetics.

- Wu, X., Yang, D., Chai, W., Jin, M., Zhou, X., Peng, L., & Zhao, Y. (2013). The Ratio of Second to Fourth Digit Length (2D:4D) and Coronary Artery Disease in a Han Chinese Population. *Int J Med Sci*, *10*(11), 1584–1588.
- Yoon, J. (2002). Physiological Profile of Elite Senior Wrestlers. *Sports Medicine*, *32*(4), 225–233.
- Yoon, J., & Jun, J. (1990). A study on aerobic and anaerobic power of elite Korean National Wrestlers. In H. Kang, K. Kim, & K. Kim (Eds.), *1st Korean Exercise Academy Symposium* (pp. 102–107). Seoul: Taegeun Press.
- Yoon, T. S., Park, D. S., Kang, S. W., Chun, S.-I., & Shin, J. S. (1991). Isometric and isokinetic torque curves at the knee joint. *Yonsei Medical Journal*, *32*(1), 33–43.
- Zabukovec, R., & Tiidus, P. M. (1995). Physiological and Anthropometric Profile of Elite Kickboxers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *9*(4), 240–242.
- Zanetti, M. C., Lavoura, T. N., & Machado, A. A. (2008). Motivação no Esporte Infato Juvenil. *Revista Da FEF UNICAMP*, *6*, 438–447.
- Zatsiorsky, V., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaeronic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(9), 2598–2604.
- Zvijac, J., Toriscelli, T., Merrick, W., Papp, D., & Kiebzak, G. (2014). Isokinetic concentric quadriceps and hamstring normative data for elite collegiate American football players participating in the NFL Scouting Combine. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(4), 875–883.

