



**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA  
MESTRADO EM TREINO DESPORTIVO PARA CRIANÇAS E JOVENS  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**GABRIEL GOMES GONÇALVES**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DIFERENTES MÉTODOS E  
ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA EM TENISTAS**

**COIMBRA**

**2012**

**GABRIEL GOMES GONÇALVES**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DIFERENTES MÉTODOS E  
ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA EM TENISTAS**

Dissertação de mestrado apresentada à  
Faculdade de Ciências do Desporto e  
Educação Física da Universidade de  
Coimbra com vista à obtenção do grau  
de mestre em Treino desportivo para  
crianças e jovens

**Orientadores:**

**Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva**

**Prof. Doutor Vasco Vaz**

**Mestre João Valente dos Santos**

**COIMBRA**

**2012**

Gonçalves G. Avaliação da Composição Corporal por Diferentes Métodos e Análise Antropométrica em Tenistas. Dissertação de Mestrado. Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, 2012.

*À minha avó Ignez Falconi Gomes (in memoriam),*

*pelo exemplo, valores e pelo amor dedicado.*

*Por tudo que me deu e pela falta que faz.*

*Obrigado Vó.*

## AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta etapa do meu percurso académico e pessoal, não posso deixar de agradecer a todos que contribuíram e colaboraram na realização deste trabalho. A todos expresso meu profundo agradecimento e reconhecimento.

O primeiro agradecimento vai para meus pais, Ligia e Edson, muito obrigado por tudo que me deram na vida. Pelos sacrifícios que fizeram para que eu possa estar longe de casa, pelo exemplo que são, pela educação, pelo amor e pelos valores que tão bem me souberam transmitir. Eu amo vocês. Obrigado.

A minha família, pois eu sou a representação de cada um de vocês e um pouco de cada um está nesse trabalho. Em especial meu agradecimento por tudo que representam em minha vida, a minha irmã Fernanda, que é meu laço com o passado no futuro e meus avós Mario, João e Neuza por tudo que me ensinaram ao longo da vida, e minha afilhada Giovanna, que quando já estava cansado, ela me reanimava.

Ao Professor Manuel João, pela sabedoria que transmite, pela constante exigência e motivação, principalmente pela paciência que teve, pelo tempo que despendeu comigo e por não ter desistido apesar dos percalços no caminho e ter acreditado em mim.

Ao Professor Vasco Vaz, pelos ensinamentos que transmitiu, pelo apoio prestado e pela orientação. Ao Mestre João Valente dos Santos, pela disponibilidade e conhecimentos. Que sem eles esse projecto não teria sido possível.

A todos meus amigos que de alguma maneira ajudaram neste trabalho e ao longo do mestrado, Guilherme, Murilo, Fernando, Raul, Mauricio, Hugo, Ana Paula, Jéssica, Louise, Alex e Tobias. Principalmente a Andressa pela ajuda, companheirismo, paciência e apoio nos momentos cruciais deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado que tão bem me recepcionaram e me ajudaram a me adaptar, Héctor, Ricardo, João, David e Carlos. E ao Filipe Simões por toda a paciência com ligações, e-mails, reuniões para que este trabalho tivesse o andamento que teve.

À todos muito obrigado.

## RESUMO

O objectivo do presente estudo é apresentar a caracterização do perfil antropométrico simples e composto, perfil da massa corporal estimada através dos métodos de pletismografia, pregas cutâneas e bioimpedância em tenistas, com idade compreendida entre 19 e 32 anos do género masculino com experiência de prática deliberada competitiva profissional ou amadora. Comparar os diferentes métodos utilizados para mensurar a massa corporal dos tenistas e relacionar o perfil antropométrico, tamanho corporal, a idade cronológica e os métodos utilizados para mensuração da massa corporal em tenistas.

Foram observados 31 atletas praticantes de Ténis de sexo masculino com idade média compreendida de  $24.3 \pm 4.1$  anos; massa corporal,  $74.6 \pm 6.3$  kg; estatura,  $177.8 \pm 5.3$  cm. Consideraram-se variáveis morfológicas: massa corporal, estatura, pregas de gordura subcutânea (tricipital, bicipital, subescapular, supraílica, geminal medial, abdominal), percentagem de massa gorda e não gorda por pletismografia e bioimpedância. A análise de dados considerou a estatística descritiva, diferença e correlações entre os métodos, e modelo preditivo para estimar a composição corporal em tenistas.

Os resultados deste estudo apontaram a medida do IMC em tenistas de  $23.5 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>. No que se refere às pregas de gordura subcutânea: prega tricipital  $14.5 \pm 4.7$  mm, prega bicipital  $7.7 \pm 2.9$  mm, prega geminal  $11.9 \pm 4.7$  mm, prega supraílica  $18.2 \pm 7.0$ , prega subescapular  $22.6 \pm 7.2$  mm, prega abdominal  $24.3 \pm 8.1$  mm. Apresentam uma percentagem de massa gorda de  $17.7 \pm 3.4\%$  por bioimpedância; e percentagem de massa gorda de  $15.7 \pm 6.6\%$  por pletismografia.

Com o presente estudo conclui-se que há uma elevada correlação entre os resultados encontrados pelo método de dobras cutâneas com aqueles identificados na bioimpedância e pletismografia. O qual nos permite dizer que existem formas de prever com alguma exactidão a composição corporal em tenistas obtendo os valores de bioimpedância e pletismografia através de medidas antropométricas

**Palavras-chaves:** Composição corporal, pletismografia, bioimpedância, antropometria, percentagem de massa gorda.

## ABSTRACT

The main goal of this study is to show a characterization of the simple and compound anthropometric profile, the estimated body mass profile with the methods of plethysmography, skin folds and bioimpedance in tennis players, with ages between 19 and 32 years old, male, with experience in competitive practicing tennis, professionally or amateur. Compare the different methods that are used to measure the body mass of the players and relate it to the anthropometric profile, body size, age and the methods used to measure the body mass in tennis players.

31 males practicing tennis athletes were observed, aged between  $24.3 \pm 4.1$  years old, body weight ,  $74.6 \pm 6.3$  kg, height  $177.8 \pm 5.3$ , .The following morphological variables were considered: body mass, height, folds of subcutaneous fat (triceps, biceps, subscapular, suprailiac, calf, abdominal), fat and not fat body mass by plethysmography and bioelectrical impedance, The data analysis considered the descriptive statistics, the differences and the correlations between methods, and the predictive model to estimate the body composition of tennis players.

The results of this study indicate that the BMI measure in tennis players is  $.5 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>. In regard of subcutaneous fat folds: main skinfold  $14.5 \pm 4.7$  mm, biceps fold  $7.7 \pm 2.9$  mm, calf fold  $11.9 \pm 4.7$  mm, suprailiac skinfold  $18.2 \pm 7.0$ , subscapular skinfold  $22.6 \pm 7.2$  mm, abdominal skinfold  $24.3 \pm 8.1$  mm. It shows that the body percentage is  $17.7 \pm 3.4\%$  by bioimpedance, and  $15.7 \pm 6.6\%$  by plethysmography.

The study concluded that there is a important correlation between the results found in the skinfolds method with the one identified in the bioimpedance. Which allows us to say that there are ways to predict, with some accuracy, the body mass of tennis players getting bioimpedance and plethysmography values with the anthropometric measurements.

**Keywords:** Body composition, plethysmography, bioimpedance, anthropometric, percent body fat.

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>5</b>
1.1 Objectivos específicos.....	9
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>10</b>
2.1 Composição corporal.....	10
2.1.1 Composição corporal humana.....	12
2.1.2.1 Nível atómico .....	13
2.1.2.2 Nível Molecular.....	13
2.1.2.3 Nível celular.....	14
2.1.2.4 Nível tecidual-sistémico.....	15
2.1.2.5 Nível corpo inteiro .....	15
2.2. Métodos de estimação da massa gorda e da massa isenta de gordura.....	16
2.2.1 Pletismografia por deslocamento de ar.....	16
2.2.2 Densitometria radiológica de dupla energia.....	17
2.2.3 Bioimpedância elétrica.....	17
2.2.3.1 Modelos descritivos desenvolvidos com base nos princípios da bioimpedância elétrica.....	18
2.2.4 Morfologia de superfície .....	18
2.2.4.1 Modelos descritivos desenvolvidos com base na morfologia de superfície.....	19
2.3. Características do desporto.....	19
2.3.1 - Características fisiológicas.....	20
2.3.2. Antropometria no tênis.....	22
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>24</b>
3.1. Caracterização da amostra.....	24
3.2 Variáveis de estudo.....	24
3.2.1 Medidas antropométricas simples.....	24
3.2.1.1 Estatura.....	24
3.2.1.2 Massa Corporal.....	25
3.2.1.3 Altura sentado.....	25
3.2.1.4 Pregas subcutâneas.....	25

3.2.2 Medidas antropométricas compostas.....	26
3.2.2.1 Índice de massa corporal.....	26
3.2.2.2 Somatório das pregas de gordura subcutânea .....	27
3.2.2.3 Rácio entre as pregas do tronco e dos membros .....	27
3.2.2.4 Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores .....	27
3.2.2.5 Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricipital e geminal medial como preditores .....	27
3.3 Bioimpedância.....	27
3.4 Pletismografia.....	29
3.5. Análise estatística.....	30
<b>4. Resultados.....</b>	<b>31</b>
<b>5. Discussão.....</b>	<b>38</b>
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>43</b>
<b>7. Bibliografia.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Estatística descritiva para a antropometria.....	31
Tabela 2:	Estatística descritiva para medida compostas e índices.....	32
Tabela 3:	Estatística descritiva para medida de bioimpedância.....	33
Tabela 4:	Diferença entre metodologia de estimativa (bioimpedância e pletismografia) de massa gorda absoluta e relativa.....	34
Tabela 5:	Estatística descritiva para a medida decorrente da aplicação de pletismografia de ar deslocado.....	35
Tabela 6:	Correlações entre as medidas de tamanho corporal, pregas e valores absolutos e relativos de massa gorda por bioimpedância e pletismografia .....	36
Tabela 7 :	Modelo preditivo para estimar a massa gorda relativa em tenistas.....	37

## Abreviaturas

BIA	bioimpedância
BMI	body mass index
CI	intervalo de confiança
cm	centímetro
Dc	densidade corporal
DXA	Dual Energy X-Ray Absorptiometry (densitometria radiológica de dupla energia)
Fc	frequência cardíaca
FEC	fluidos extracelulares
FPM	força de prensão manual
IMC	índice de massa corporal
Kcal	quilocaloria
Kg	quilograma
kHz	quilohertz
L	litro
L <sup>2</sup>	litro <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	metro <sup>2</sup>
MCC	massa celular corporal
MG	massa gorda
MIG	massa isenta de gordura
mm	milímetro
mm <sup>2</sup>	milímetro <sup>2</sup>
ns	não significativo
P	ressão
p	nível de significância
PAD	pletismografia por deslocamento de ar
r	coeficiente de correlação
R <sup>2</sup>	coeficiente de fiabilidade ao quadrado

SEC	sólidos extracelulares
SEE	erro padrão de estimativa
SK	prega de gordura subcutânea
Sub	prega subescapular
Tric	prega tricipital
V	volume
Z	impedância
$\mu\text{A}$	microampere
%	percentagem
% MG	percentagem de massa gorda

## **Lista de anexos**

Anexo A: Lista de cuidados a ter em conta antes da avaliação por bioimpedância

## 1. INTRODUÇÃO

O Tênis, desporto praticado com uma raquete e uma bola por dois, em jogos de simples, ou quatro competidores em jogos de duplas, em uma quadra retangular dividida por uma rede. O ténis pode ser praticado tanto em quadras abertas quanto fechadas, podendo estas serem construídas com pisos diferentes como cimento, relva, saibro e piso sintético. O objetivo é fazer com que a bola atravesse a quadra adversária. A pontuação é idêntica em jogos de simples e duplas. O *game* de ténis é designado por termos como 0, 15, 30, 40, e *game*. Um empate em 40 é chamado de *deuce* ou iguais. Assim o *game* deve ser vencido por dois pontos, o jogo continua em iguais até um jogador fazer uma diferença de dois pontos. Os jogadores devem vencer seis *games* para vencer o *set*, mas eles devem vencer ao menos por uma diferença de dois *games* (CBT, 2011).

Em Portugal, o ténis foi oficialmente introduzido após a publicação do Regulamento do Jogo do Lawn-Tennis, de autoria do major inglês Walter Clopton Wingfield, e a introdução deste desporto em Portugal. O referido regulamento, que sistematizava a modalidade idealizada por este oficial do exército britânico, quando de uma das suas comissões de serviço na Índia, foi tornado público em 1874. Em 1880 tiveram lugar, em Portugal, os primeiros jogos de ténis, praticados entre os representantes da comunidade inglesa. Mas de modalidade praticada, de modo quase exclusivo, pela comunidade anglófona, a desporto preferido de uma parte significativa da aristocracia portuguesa foi um passo, proporcionado por um comerciante renomado, Guilherme Ferreira Pinto Basto (FPT, 2011).

Ao observar uma partida de ténis, é possível perceber que se trata de uma modalidade desportiva que requer uma atividade motora bastante complexa e estruturada. Tanto de seu ponto de vista motor quanto metabólico, este esporte exige, de forma plena, todos os sistemas energéticos. Desta forma, para que o atleta obtenha condições e esteja apto, a desempenhar as ações necessárias para o rendimento em uma partida, é fundamental que seja preparado e submetido a um programa de treino bem planejado, fundamentado e estruturado. De acordo com Hernandez e Olmos (1998), o conhecimento do funcionamento fisiológico das capacidades físicas, condicionais e coordenativas e dos sistemas energéticos requisitados na modalidade em questão, é fundamental para a escolha dos conteúdos e controle das variáveis existentes no treinamento. Naturalmente, diante desta afirmação, motiva o interesse

em se estudar e conhecer mais profundamente este assunto, aliado, principalmente, à escassez de pesquisas e literatura na área do tênis de campo.

Com o passar dos anos, o tênis de campo tem se tornado uma modalidade de esporte extremamente dinâmica, onde se requer uma preparação elaborada para que o atleta consiga desenvolver sua técnica e tática proposta durante uma partida. Segundo Perez et al (2002), a tendência atual do jogo é aumentar cada vez mais a velocidade, o que significa que o tempo de bola em média, vá de um lado para outro da quadra mais rapidamente. Com este fato, obriga os jogadores a se movimentarem com maior rapidez, golpearem com muito mais força e, principalmente, a tomarem decisões em menor tempo. Além disso, afirma também que esta média de tempo vai aumentando à medida que o jogo se torna mais intenso.

Anselmi (2004) realizou uma análise das diferentes vias metabólicas implicadas e das capacidades físicas observadas em treinamentos e competições de tênis. Este estudo tinha, como objetivo, atingir um maior conhecimento, para que haja uma maior aproximação entre as necessidades reais do atleta com o que o preparador físico pode oferecê-lo. Com base nisto, acredita-se que se pode realizar uma melhor seleção e um maior desenvolvimento de jogadores jovens com eficácia, proporcionar melhores adaptações, aprofundar a individualização do treinamento, afastar ou diminuir o risco de lesões e proteger a saúde física e psicológica dos atletas.

Para que o jogador consiga manter um alto nível de desempenho é necessária uma preparação e aperfeiçoamento das capacidades físicas, condicionais e coordenativas. Capacidades estas essenciais para a execução das ações durante o jogo. Para isto, é preciso que ocorra o fornecimento de energia necessária para a realização destes movimentos. Assim, os sistemas energéticos e vias metabólicas utilizadas são fundamentais para que haja este abastecimento energético. De acordo com Ferrauti et al., (1997) o treinamento regular de tênis é capaz de promover alterações positivas, tendo como exemplo, uma influência positiva em relação aos fatores de riscos cardiovasculares, pois sua exigência cardiometabólica produz demanda energética considerável, considerando variáveis como tempo de exposição à uma partida, nível e tempo de prática.

Vários pesquisadores, especialistas em Fisiologia do Exercício e Medicina Desportiva, têm especulado a respeito de qual a forma e a composição corporal ideal para determinadas práticas esportivas. As dimensões antropométricas do desportista, por exemplo, são capazes de revelar a forma, a proporcionalidade e composição

corporal. Estas são variáveis determinantes que desempenham um papel, por vezes decisivo, no triunfo de muitas modalidades desportivas da atualidade (Norton et al., 2004). Nesta ótica (Cervi et al., 1989) colocam que alguns fatores extrínsecos, moduladores do desempenho físico, devem ser levados em consideração em um programa de treinamento de jogadores de ténis de alto nível e a composição surge como um factor importante, somado ao estatuto nutricional e ainda ao somatótipo.

A antropometria é tida como a ciência que estuda e avalia as medidas de tamanho, peso e proporções corporais do corpo humano. Sendo constituída por medidas de rápida e fácil realização, não necessitando de equipamentos sofisticados e caros. É um método não invasivo, que pode ser aplicado quer em laboratório, quer no terreno, podendo, por este motivo ser aplicado em amostras numerosas (Guedes, 2006). Esta ciência representa um importante recurso de auxílio na análise completa de um indivíduo, seja ele atleta ou não, oferecendo informações ligadas ao crescimento, desenvolvimento e envelhecimento, sendo imprescindível na avaliação do estudo físico e no controle das variáveis envolvidas na prescrição do treino (Marins e Giannichi, 1998).

Os valores obtidos através das medidas antropométricas podem ser utilizados tanto se considerando o seu valor absoluto (estatura, massa corporal), como também em equações de predição dos diferentes componentes corporais ou em índices corporais. Em linhas gerais, a utilização de estudos sobre os parâmetros da composição corporal se justificam para o desenvolvimento de avaliações mais criteriosas e práticas. Por isto, sobre os efeitos de qualquer tipo de programa de atividade motora, acompanhado ou não de dietas alimentares, existe a necessidade do fracionamento do peso corporal em seus diferentes componentes (Guedes, 1994).

A avaliação da composição corporal para o atleta é de grande importância, pois os valores indicativos de um baixo ou alto perfil da média de massa gorda representam uma diminuição do rendimento. As adaptações influenciadas pela atividade física são exemplificadas pelos atletas de elite, que apresentam valores extremos da composição corporal, diferindo de acordo com cada modalidade. Os atletas de modalidades que exigem a movimentação do próprio corpo (corredores de longa distância) em geral têm índices baixos de percentual de gordura, ocorrendo o contrário com atletas que não necessitam transportar o peso do próprio corpo (Parizková, 1982).

Para a análise da composição corporal podem-se empregar técnicas com procedimentos de determinação directa, indirecta e duplamente indirecta. Os procedimentos de determinação directa são aqueles em que o avaliador obtém informações *in vitro* dos diferentes tecidos do corpo mediante dissecação macroscópica ou extração lipídica. Apesar da elevada precisão, este procedimento implica incisões no corpo, o que limita sua utilização a laboratórios extremamente sofisticados e a cadáveres de humanos. Portanto, embora os procedimentos de determinação directa dos componentes associados à composição corporal sejam importantes, por oferecer suporte teórico às demais técnicas de medida, são os procedimentos indirectos e duplamente indirectos que possibilitam analisar os componentes de gordura e de massa magra ou isenta de gordura *in vivo*. (Gray, 1989).

Gray (1989) apresenta uma comparação dos métodos para determinar a gordura corpórea e sua distribuição, pois existem vários métodos laboratoriais para determinar a gordura corpórea, porém nenhum deles pode ser utilizado clinicamente em larga escala, na maior parte dos estudos. O autor ainda afirma que, é mais prático avaliarmos o grau de obesidade através da medida do percentual de gordura corporal, pelo método das dobras cutâneas, do que optar pela bioimpedância, do método da pesagem hidrostática, ou da pletismografia, uma vez que este método é econômico, rápido e também é eficaz.

Vários estudos têm demonstrado a validade dos resultados de composição corporal, apresentados pelo método de pletismografia, quando comparados com os resultados do método de pesagem hidrostática, ou da bioimpedância. O objetivo é determinar a validade deste método para diferentes populações, uma vez que a pesagem hidrostática é considerada um método "*gold standard*" (Vescovi et al 2002; Fields, Hunter & Goran, 2000). Embora a pletismografia seja uma metodologia que se encontre disponível apenas nos últimos 10 anos, vários estudos têm sido conduzidos com a sua utilização. Em sua maioria, os trabalhos apresentam comparações entre as metodologias atualmente disponíveis; entretanto, outros se preocuparam com a verificação da sua validade enquanto novo método de avaliação, comparando com outros métodos de pesagem da massa corporal (Dempster & Aitkens, 1995).

Nestas circunstâncias o objectivo do presente estudo é o de analisar o perfil antropométrico simples e composto, perfil de massa corporal (através dos métodos de pletismografia, pregas cutâneas e bioimpedância) de tenistas com idade

compreendida entre 19 e 32 anos do gênero masculino com experiência de prática deliberada competitiva profissional ou amadora.

### **1.1 Objectivos específicos**

- Apresentar caracterização do perfil antropométrico e de massa corporal estimada por diferentes métodos em tenistas;
- Comparar os diferentes métodos utilizados para mensurar a massa corporal dos tenistas;
- Relacionar o perfil antropométrico, tamanho corporal, a idade cronológica e os métodos utilizados para mensuração da massa corporal em tenistas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Composição corporal**

Um aspecto muito importante, no processo de crescimento e desenvolvimento humano, é a determinação da composição corporal que, pode ser entendida como a análise do relacionamento entre a constituição física e a maturação biológica, caracterizada pela divisão dos vários componentes corporais. Essas alterações acontecem durante todo o processo de crescimento da criança e do adolescente, mas são mais acentuadas na puberdade. Durante essa fase, as modificações hormonais, bem como o rápido crescimento somático, acarretam mudanças bastante significativas na composição corporal, que são vistas nos componentes corporais, incluindo total de gordura corpórea, massa livre de gordura e conteúdo mineral ósseo (Malina, Bouchard e Bar-Or; 2004).

Nesse sentido, a cineantropometria está envolvida com medidas e avaliações, de diferentes aspectos, do homem em movimento e com as características físicas do ser humano, com o propósito de estudar variações interhumanas. Ela não está somente preocupada apenas com as características e qualidades de um indivíduo, mas também e, particularmente, de um grupo onde a variação que é encontrada dentro de uma população e nas diferenças que possam ocorrer ao passar dos anos (Beunen & Borms, 1990). A composição corporal é a quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano (Malina, 2004), sendo eles: músculo, osso e gordura (McArdle; Katch & Katch, 2008).

O tamanho e a forma do corpo são determinados basicamente pela carga genética do indivíduo (genótipo), embora o meio ambiente e o estilo de vida (fenótipo) tenham papel de grande importância na definição da morfologia corporal (Malina, 2004). Recentemente, a investigação da composição corporal humana tornou-se uma área distinta de investigação científica, embora este estudo já remonte mais de um século.

A informação relacionada com a composição corporal tem vindo a acumular-se rapidamente, sendo já considerada mais um ramo da biologia humana (Silva; Sardinha, 2008). Os métodos existentes atualmente e a vocação despertada para seus estudos, tornam a avaliação da composição corporal um campo de investigação

promissor, e que essencialmente procura soluções e alternativas para validar e desenvolver métodos simples e baixo custo operacional, que apresente uma validade de seus resultados (Baptista, 2007).

O conhecimento da composição corporal nos atletas apresenta-se como uma importante ferramenta para avaliar a saúde do atleta, monitorizar os efeitos do programa de treino e para determinar o peso e composição corporal ótimos para a competição. Assim, é importante que atletas e treinadores tenham acesso a métodos de estimação da composição que sejam práticos, seguros e eficientes. (Silva & Sardinha, 2008). A impedância bioelétrica tetrapolar e as pregas cutâneas são métodos validados, práticos e altamente difundidos em estudos de campo, como é nas avaliações dos atletas de alta competição (Santos, 2009).

A avaliação rotineira da composição corporal é fundamental para o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento de crianças atletas e para a monitorização da saúde, estado nutricional e nível de treino de atletas de todas as faixas etárias e a investigação das características antropométricas, gordura e massa corporal magra tem proporcionado o estabelecimento de perfis inerentes às diversas modalidades esportivas (Åstrand & Rodahl, 1980). Os métodos laboratoriais fornecem avaliações mais exatas que os métodos de campo, mas geralmente não são práticos (Going, 2009). A atividade física, mesmo que espontânea, é importante na composição corporal, por aumentar a massa óssea e prevenir a osteoporose e a obesidade (Matsudo; Paschoal; Amancio, 2003).

Por (Ellis, 2001) diz-se que o estudo da composição corporal trata-se da quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano, dividindo-o em tecidos específicos que compõe a massa corporal total. Por meio de métodos directos e/ou indirectos é possível quantificar os principais componentes do corpo, obtendo-se importantes informações sobre tamanho, forma e constituição, características influenciadas por fatores genéticos e ambientais.

Os métodos duplamente indirectos estão geralmente relacionados às medidas antropométricas: massa corporal, estatura, circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas. Estas medidas podem ser aplicadas a uma grande quantidade de pessoas com baixo custo, rapidez, simplicidade e relativa facilidade, porém precisam ser validados tomando como referência os métodos indirectos (Glaner; Rodrigues-Anez, 1999).

A técnica duplamente indirecta mais utilizada é a mensuração da espessura de dobras cutâneas (Resende, 2006). Este método é baseado na idéia de que uma medida representativa da camada de tecido adiposo subcutâneo, que é o maior depósito de gordura corporal, pode fornecer uma estimativa razoável da gordura corporal total. Ela estabelece uma relação entre a espessura do tecido subcutâneo medido em pontos anatômicos distintos e a quantidade de gordura corporal (Estol, 2005).

As medidas antropométricas de um atleta refletem a forma, a proporção e a composição corporal, constituem variáveis que desempenham papel determinante no potencial de sucesso. Os aspectos avaliados incluem a quantificação dos componentes corporais, principalmente o percentual de gordura e massa corporal magra (Moura, 2003). Em linhas gerais, a utilização de estudos sobre os parâmetros da composição corporal se justifica à medida que, para o desenvolvimento de avaliações mais criteriosas sobre os efeitos de qualquer tipo de programa de atividade motora, acompanhado ou não de dietas alimentares, existe a necessidade do fracionamento do peso corporal em seus diferentes componentes (Guedes, 1994).

Inúmeros estudos na área da antropometria reforçam que, a composição corporal ideal, varia de acordo com a modalidade esportiva. Por isso a existência de valores de referência que indicam os perfis específicos para cada esporte, levando em consideração o contexto das demandas físicas em cada modalidade, fora das quais o desempenho do atleta possa ser comprometida (Wilmore & Costil, 2010). Estas inúmeras investigações podem ser fracionadas em três áreas distintas mais interligadas: regras, metodologia e alterações da composição corporal. (Silva; Sardinha, 2008). Estes achados comportam um significado especial para os preparadores físicos e outros profissionais implicados na elaboração dos programas de treinamento em função da importância do exercício no controle eficiente do peso e do somatotipo (Guedes, 1994).

### **2.1.2 Composição corporal humana**

Segundo Silva; Sardinha (2008), a composição corporal humana é dividida em:

### 2.1.2.1 Nível atômico

Os átomos ou elementos são constituintes básicos do corpo humano. O nível atômico representa a base da composição corporal, sendo o ponto de partida para cinco níveis. Compreende cerca de cinquenta elementos, sendo que mais de 98% da massa corporal total é determinada pela combinação de oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, cálcio e fósforo. Os elementos restantes representam menos de 2% da massa corporal total. A avaliação é feita por métodos radioisotópicos.

### 2.1.2.2 Nível Molecular

Os componentes corporais a nível molecular são essenciais na investigação em diversas áreas de Nutrição; incluindo o balanço energético, a proteína, o metabolismo dos lipídios, a homeostase mineral óssea e o equilíbrio de água. Os vários compostos podem ser classificados em cinco grupos principais: água, lipídios, proteína, mineral e glicogênio.

A água é o composto químico mais abundante no corpo humano, abrange 60% da massa corporal no homem de referência. A água corporal total é distribuída pelos compartimentos extracelulares e intracelulares:

- Água extracelular inclui cinco subcompartimentos: intersticial, plasmático, tecido conectivo, osso e trato gastrointestinal. Onde pode ser avaliado através da contagem de potássio corporal total e da água corporal total, ou apenas através de métodos de diluição como o brometo de sódio, tiosulfato de sódio, entre outros. A avaliação deste composto molecular é de especial importância na monitorização do estado de certas doenças que promovem a expansão de fluidos extracelulares;
- Água intracelular compartimento aquoso distribuído no meio intracelular é um componente molecular cuja avaliação e monitorização são fundamentais, já que alterações neste componente estão associadas a alterações no estado nutricional e metabólico do organismo;

- A proteína inclui quase todos os compostos que contem azoto, variando de simples aminoácidos a proteínas nucleares complexas;
- O mineral descreve uma categoria de compostos inorgânicos contendo em abundancia de elementos metais e não metais. Os minerais abrangem quase 5% da massa corporal em adultos saudáveis e são distribuídos em dois componentes importantes: mineral ósseo e minerais não ósseos;
- O glicogénio é a forma principal de armazenamento dos hidratos de carbono, correspondendo a menos de 1 kg em adultos saudáveis; os restantes hidratos de carbono são considerados insignificantes;
- Os lípidios são definidos como um grupo de compostos químicos que são insolúveis na água e solúveis em solventes orgânicos. Dos cinco componentes moleculares acima descritos, os lípidos são os componentes mais confusos porque os termos gordura e lípido são muitas vezes utilizados de forma imprecisa e considerados a mesma coisa. Sendo que a gordura é um sinónimo de triglicérido e, portanto a gordura é uma subcategoria do lípido total.

A maior parte do conteúdo mineral encontra-se nos ossos e uma pequena porção noutros tecidos. A avaliação é feita através de métodos bioquímicos, como por exemplo, o isótopo deutério para calcular a componente molecular da água corporal total.

### 2.1.2.3 Nível celular

Para criar o organismo vivo, é fundamental a combinação dos diferentes componentes moleculares em células. As funções e interações entre células são críticas no estudo da fisiologia humana quer na saúde como na doença. Existem três componentes principais e centrais a nível celular: a massa celular corporal (MCC), os fluidos extracelulares (FEC) e os sólidos extracelulares (SEC).

Os SEC são a porção não metabólica do corpo humano, composta por constituintes químicos inorgânicos e orgânicos. O FEC consiste na porção líquida, não

metabólica das células adjacentes que fornecem um meio para o transporte de nutrientes, trocas gasosas e excreção de produtos finais metabólicas. O conceito de MCC emergiu como uma forma de quantificar a porção metabolicamente ativa e isenta de gordura do espaço intracelular. A avaliação é feita através de técnicas bioquímicas e histológicas como, por exemplo, a medição do potássio corporal para estimar a massa celular total.

#### 2.1.2.4 Nível tecidual-sistémico

O nível celular é organizado em tecidos e sistemas, compondo o nível tecidual-sistémico. O tecido adiposo, muscular, ósseo, órgãos viscerais e cérebro são os principais componentes neste nível. O nível tecidual-sistémico tem a excreção urinária de creatina como alternativa a ser usada para estimar o músculo-esquelético.

#### 2.1.2.5 Nível corpo inteiro

Neste nível, o corpo é analisado segundo as características morfológicas, com medidas relacionadas a tamanho, forma e proporções do corpo humano. Outras duas propriedades importantes no estudo da composição corporal são, o volume e a densidade corporal. As pregas subcutâneas são indicadores antropométricos mais utilizados a este nível. A medida da espessura da prega adiposa pode ser feita através de técnicas antropométricas e por imagem.

Os outros níveis citados acima na composição corporal em humanos e primatas são semelhantes, contudo a diferença entre os humanos e primatas são encontradas no nível do corpo inteiro. Com diferenças morfológicas distintas, tamanho e formas corporais, e características físicas exteriores são evidentes. As dimensões e rácios que podem ser determinados no nível do corpo inteiro são:

- Estatura;
- Massa corporal;
- Índice de massa corporal;
- Comprimento dos segmentos;
- Diâmetros corporais;
- Perímetros;
- Espessura das pregas adiposas;

- Área de superfície corporal;
- Volume corporal;
- Densidade corporal.

## **2.2. Métodos de estimação da massa gorda e da massa isenta de gordura**

Tendo em consideração a sistematização dos vários níveis de análise já descritos, serão apresentadas algumas técnicas para a estimação da massa gorda e da massa isenta de gordura que podem ser utilizadas em contextos diferenciados, desde a avaliação clínica à epidemiológica. Dos vários métodos disponíveis, destacam-se, pela sua ampla utilização, aplicabilidade e validade: a pletismografia por deslocamento de ar, a densitometria radiológica de dupla energia, a bioimpedância elétrica e a morfologia da superfície.

### **2.2.1 Pletismografia por deslocamento de ar**

O princípio teórico da pletismografia deslocada por ar trata-se de uma técnica densitométrica utilizada na avaliação da composição corporal, concebida para estimar o volume e a densidade corporais. Consiste num sistema que utiliza o deslocamento do ar, para determinar o volume corporal e, após a sua divisão pelo peso corporal é determinada a densidade corporal.

Este método utiliza a relação inversa entre a Pressão (P) e o Volume (V), baseado na Lei de Boyle ( $P_1V_1=P_2V_2$ ) para determinar o volume corporal (Going, 1996; Mello e col., 2005; Higgins e col., 2006). Após a determinação do volume corporal é possível aplicar os princípios de densitometria para calcular a composição corporal em que:

$$\text{Densidade} = \text{Massa corporal} / \text{Volume corporal}$$

Visto a enorme facilidade, rapidez de execução e segurança na utilização deste equipamento para avaliação da composição corporal, esta técnica tem vindo a ser amplamente utilizada na determinação da massa gorda e na massa isenta de gordura em grupos diferenciados.

## 2.2.2 Densitometria radiológica de dupla energia

Foi originalmente criada para determinar o mineral ósseo e respectiva densidade mineral óssea, a tecnologia DXA foi adoptada subsequente para a avaliação da composição corporal total e regional. A DXA tem sido utilizada por ser considerada um dos métodos mais usados em diversas populações pela sua reduzida exposição à radiação, baixo custo e rapidez, o que tem explicado os vários estudos conduzidos que utilizaram esta técnica.

A DXA é uma tecnologia relativamente recente, que vem ganhando reconhecimento como um método de referência para pesquisas da composição corporal, especificamente aquelas que analisam o conteúdo mineral ósseo. Além disso, vários estudos vêm utilizando a DXA como método de referência para a validação de outras técnicas como pletismografia (Sardinha, 1998), equações antropométricas e de bioimpedância (Friedl, 2001).

## 2.2.3 Bioimpedância elétrica

Os aparelhos de bioimpedância elétrica utilizam uma corrente que percorre o corpo com uma baixa voltagem. O condutor é a água corporal e o analisador estima a impedância desse fluido. A resistência, oferecida pelo corpo, é a mesma observada em condutores não biológicos, ou seja, é proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à sua área de corte transversal. A reactância é causada pelo efeito da capacitância das membranas celulares, superfície de tecidos e tecidos não iónicos, que retardam parte da passagem do fluxo eléctrico através destes múltiplos caminhos.

A bioimpedância eléctrica é um método rápido, não invasivo e barato. Utiliza uma corrente eléctrica de baixa intensidade (500  $\mu\text{A}$  – 800  $\mu\text{A}$ ) e frequência fixa (50 kHz). A impedância (Z) ou oposição ao fluxo da corrente eléctrica é medida pelo aparelho. Essa técnica estima a água corporal total e a massa livre de gordura (Lukasi, 1987; Heyward & Stolarczyk, 1996; Forbes, 1999). Essa técnica é baseada na relação entre o volume do condutor (corpo humano), o comprimento do condutor (altura), os componentes do condutor (gordura ou massa livre de gordura) e sua impedância (Brodie & Stewart, 1999).

### 2.2.3.1 Modelos descritivos desenvolvidos com base nos princípios da bioimpedância elétrica

Considerando o que foi descrito acima, os equipamentos permitem obter valores como resistência, reactância e impedância. Tendo estes valores sido posteriormente utilizados para o desenvolvimento de equações preditivas da massa isenta de gordura e massa gorda. Sendo reconhecida a variedade de equações desenvolvidas, a questão que se coloca é a de selecionar as equações mais apropriadas. Assim é fundamental realizar uma seleção cuidadosa de equações que tenham sido desenvolvidas a partir de amostras semelhantes em idade, sexo, etnia e estado de saúde em função das características dos sujeitos que se pretendem avaliar.

### 2.2.4 Morfologia de superfície

O interesse na avaliação antropométrica tem aumentado pela sua enorme aplicabilidade em contextos clínicos e em estudos epidemiológicos. Os instrumentos são portáteis, pouco dispendiosos e acessíveis, e os procedimentos são simples e não invasivos. Desta forma, os métodos antropométricos são aplicáveis em estudos de larga escala permitindo obter dados epidemiológicos a nível nacional e internacional bem como a monitorização de alterações seculares.

Na interpretação de algumas variáveis antropométricas, como as pregas subcutâneas, assume-se que os tecidos medidos estão em estado de homeostase. As pregas adiposas incluem a pele e o tecido adiposo subcutâneo, sendo o último composto por tecido conectivo, que inclui vasos sanguíneos e nervos, e por adipócitos que contêm triglicéridos. Em indivíduos com elevado tecido adiposo subcutâneo é maior a variabilidade intra e interobservadores na elevação da prega, pelo que se torna mais precisa a utilização de perímetros.

Os comprimentos e diâmetros são interpretados como dimensões esqueléticas, pois são feitos em marcas ósseas, estas distâncias são influenciadas pelos tecidos moles que cobrem as marcas ósseas. Os perímetros dos membros são difíceis de interpretar porque incluem pele, tecido adiposo subcutâneo, músculo, osso, vasos sanguíneos, nervos e pequenas quantidades de tecido adiposo profundo, portanto os avaliadores devem estar bem treinados com pelo menos 50 a 100 medições em cada prega.

Dentre todos os procedimentos para avaliação da composição corporal, o método antropométrico, mediante o emprego da técnica de espessura de dobras cutâneas, tem sido ainda o mais utilizado por profissionais da área da saúde, inclusive da Educação Física. Devido à estreita relação existente entre espessura do tecido subcutâneo (expresso em milímetros) e a densidade corporal, pode-se estimar a densidade e a quantidade de gordura corporal por meio de equações preditivas.

#### 2.2.4.1 Modelos descritivos desenvolvidos com base na morfologia de superfície

De forma a ultrapassar as diversas limitações inerentes à avaliação da composição corporal, nomeadamente a massa gorda e a massa isenta de gordura, através do método antropométrico, torna-se evidente a necessidade de se utilizarem métodos e equações preditivas para populações diferenciadas. Embora este ponto seja de particular importância em crianças e adolescentes, as variações da composição corporal e da massa isenta de gordura continuam ao longo da vida, à medida que o indivíduo envelhece, embora com magnitudes e características diferentes.

Apesar da utilização do índice de massa corporal para a identificação de massa gorda representar um indicador pouco sensível, a associação verificada nos adultos jovens é bem superior à verificada nas crianças e idosos, explicada, em parte, pelas alterações constantes dos diferentes componentes da composição corporal (Silva & Sardinha, 2008).

### **2.3. Características do desporto**

O ténis é um desporto que exige disciplina, havendo um número crescente de jogadores, estimado em cerca de 75 milhões de pessoas. É um tipo de desporto caracterizado com esforços curtos e intermitentes de intensidade alterando e tempo, onde vários fatores determinam o sucesso alcançado. Alguns deles incluem o corpo morfológico humano construir, habilidades motoras e da eficiência dos sistemas energéticos. Habilidades motoras e capacidade física parecem ser particularmente significativa devido ao tempo imprevisível e situação meteorológica dos torneios. Uma vez que não existem limitações de tempo dos fósforos, muito frequentemente prolongada esforço físico com alta intensidade é necessário de um jogador, assim como uma capacidade de ajustar a condições climáticas que alteram, tais como temperaturas elevadas (Perkins, 2006).

É particularmente importante devido ao fato de que o ténis profissional evoluiu consideravelmente. Em primeiro lugar, o jogo tornou-se mais rápido, onde várias mudanças de direção ocorrem. Em segundo lugar, hoje em dia envolve jogadores de uma idade mais jovem, que se submetem ao treino com alta intensidade e carga de trabalho. Essas avaliações indicam a necessidade de uma profunda análise e avaliação tanto da capacidade física e habilidades motoras em todas as fases de desenvolvimento do jogador.

O ténis é caracterizado por uma duração indefinida e possui caráter de ações intermitentes. O tenista completo reúne uma série de qualidades. Segundo Treuherz (2005) ele é uma combinação de excelente forma técnica, física e psicológica, com a capacidade de escolher a melhor estratégia nas diferentes situações de jogo. Deve conhecer o funcionamento e as limitações do seu organismo, adotar uma alimentação adequada para armazenar a energia necessária para o ténis como esporte.

### 2.3.1 - Características fisiológicas

De acordo com Groppe e Roetert (1992), o ténis de campo é uma modalidade que exige em termos energéticos a utilização mista de substratos. Os movimentos de explosão e rapidez executados em uma partida são derivados da ressíntese bioquímica de ATP-PC. Porém, o tempo de duração do jogo pode levar aproximadamente de 30 minutos a 5-6 horas solicitando de maneira considerável o sistema aeróbio. Além disto, a frequência cardíaca média, que será abordada mais adiante, indica o requerimento do sistema oxidativo, afirma que a distribuição energética no ténis é em proporções: 70% ATP-PC; 20% anaeróbio alático; e 10% aeróbio.

Ao analisar o que ocorre durante uma partida de ténis, levando em consideração o rendimento físico do tenista, a Associação dos Tenistas Profissionais - ATP publicou estatísticas em 1988, em pesquisa realizada com os 150 primeiros classificados do ranking. Neste estudo, foi constatado que a duração média de um ponto durante uma partida de ténis é entre 6-10 segundos, onde a distância média percorrida em cada ponto é de 8-12 metros. Assim, em um jogo de cinco sets, o jogador disputa em média 310 pontos, percorrendo uma distância total de 4250 metros (Fox et al, 1991)

Outro facto investigado foi a frequência cardíaca média, onde foi visto que as mulheres mantêm a Fc média em 153bpm, enquanto que os homens mantêm a Fc média em 145bpm. Estes dados comprovam que a modalidade de ténis de campo é predominantemente aeróbia, devido a Fc média encontrada e o tempo de duração de uma partida. Por outro lado, as ações que o atleta desempenha ao longo do jogo requerem de maneira acentuada o sistema anaeróbio Smeakal et al. (2001).

Portanto, o ténis deve ser considerado um desporte que pode ser classificado como aeróbio e anaeróbio. Assim, confirma-se que pode ser aeróbio em função da duração da partida. Por outro lado, diz-se que é anaeróbio já que a duração média de um ponto se encontra entre 6-10 segundos. Assim, afirma que se pode estabelecer como sistema fundamental no ténis de campo o ATP-PC, pois o ATP é a única forma utilizável de energia para contração muscular. A demanda de energia do jogo de ténis é influenciada pela duração do *ralli* (troca de bolas) e em consequência disso, observou-se neste estudo que o consumo de oxigénio foi significativamente maior em um jogo onde os dois jogadores apresentam estilos defensivos em relação a uma partida onde pelo menos um jogador tem estilo ofensivo (Perez et al, 2002).

De acordo com Ferrautti et al (2001) há uma importante participação do metabolismo de carboidrato e gordura, mostrando a necessidade da suplementação de carboidratos durante os torneios de ténis. Para Smeakal et al (2001) apesar da natureza intermitente, o ténis tem um alto componente aeróbico devido a alta energia dos fosfatos usados para a energia imediata necessitada pelos músculos que são predominantemente resintetizados pela oxidação durante os períodos de recuperação.

Bergeron et al. (1991), afirmam que mesmo o ténis sendo caracterizado por períodos de alta intensidade, no geral a resposta metabólica assemelha-se a exercícios prolongados de intensidade moderada. Fernández et al. (2006), partilham da mesma opinião, ao afirmarem a ocorrência de uma combinação dos períodos de máximo (ou perto do máximo) trabalho e longos períodos de média e baixa intensidade de trabalho. Além disso, a intensidade do jogo depende do nível, estilo e sexo dos jogadores e é influenciável por fatores como superfície de quadra e tipo de bola.

### 2.3.2. Antropometria no ténis

Devido à predominância da utilização do lado dominante, grandes partes dos estudos se debruçam na tarefa de analisar a existência de diferenças antropométricas relativas ao comprimento dos membros superiores em tenistas praticantes de forma deliberada. A preocupação destas pesquisas passa por quantificar a existência de diferenças entre os diâmetros e comprimentos ósseos, e as diferenças das circunferências dos membros, bem como a diferença na composição corporal (Cambraia, 2002).

Em estudo realizado por Pereira (2001), avaliou 58 atletas, voluntários, sendo 22 do sexo feminino e 36 do sexo masculino, participantes do Campeonato Brasileiro de ténis da categoria 16 anos. O estudo procurou traçar um perfil antropométrico, somatotípico e da composição corporal dos tenistas. Verificou-se que os meninos são mais altos e mais pesados em relação às meninas. Em relação à composição corporal, foi observado que o sexo masculino apresentou um percentual de gordura corporal bem inferior ao sexo feminino, 10,6% e 20,2%, respectivamente. Para o autor a diferença existente entre a massa corporal magra ( $56,9 \pm 5,8\text{kg}$  nos garotos e  $46,9 \pm 5,6\text{kg}$  nas garotas) evidencia que o sexo masculino possui uma estrutura física mais compacta e com um desenvolvimento músculo-esquelético maior em relação ao sexo oposto. Em relação ao IMC (índice de massa corporal), ambos os sexos são classificados normais (20,53 para o sexo masculino e 21,05 para o sexo feminino).

Estudos apontam uma assimetria entre o membro superior dominante e o não dominante para os tenistas. Essa assimetria tem sido atribuída às características intrínsecas do gesto esportivo e impede o uso do membro não dominante como referência durante um tratamento (Vescovi, 2002). Além disso, uma possível relação entre a força de prensão manual (FPM) e a epicondilite lateral do úmero tem sido proposta. Essa lesão apresenta um grande tempo de afastamento da atividade esportiva do tenista e, por isso, acredita-se que a FPM tem grande utilidade na avaliação desses atletas. Contudo, valores específicos da FPM para tenistas da categoria infanto-juvenil não são encontrados (Fields, 2000; Dempster, 1995).

Analisando a possibilidade de influência do volume de treinamento técnico e físico no somatotipo e na composição corporal dos tenistas masculinos, Pereira (2001) verificou que existe relação significativa somente com o IMC, sugerindo que exista uma melhor relação entre o peso e a estatura quando da prática sistemática do treinamento em ténis.

O ténis é apresentado, juntamente com o beisebol, squash, badminton, ténis de mesa e modalidades de arremesso do atletismo como um desporto com característica de ser assimétrico, ou seja, apresentar dominância na utilização de um dos braços, com intensidade superior ao outro, causando com isto, alterações estruturais mais pronunciadas em um dos hemisférios corporais. Vários investigadores têm se preocupado com o problema de assimetria corporal e, com outras deformações causadas por atividades esportivas, tais como a ginástica artística (Carter, Pereira & Sampedro, 1991).

Estes estudos, embora preocupados com as alterações que podem ocorrer em função da especificidade destes esportes, não apresentam resultados que relatem as alterações causadas por um treinamento físico e técnico específico, dimensionado em termos de carga e especificidade de forma a corrigir os aspectos anteriormente citados. Sampedro (1982) apresentou dados que comprovavam o facto de que as alterações causadas pelo treinamento de ténis não eram suficientes para evidenciar diferenças em termo de espessura de dobras cutâneas do braço dominante, em relação ao não dominante, em tenistas de 10 a 14 anos de idade, em ambos os sexos, no estado do Tennessee (USA).

### **3. METODOLOGIA**

As linhas que seguem descrevem de maneira breve o método utilizado para condução do estudo:

#### **3.1. Caracterização da amostra**

A amostra foi constituída por 31 atletas de ténis, do sexo masculino, com faixa etária de 19 a 32 anos. Submetidos aos testes para a realização do estudo, os tenistas foram instruídos para a realização das tarefas, tendo os testes realizados descritos abaixo.

#### **3.2 Variáveis de estudo**

##### **3.2.1 Medidas antropométricas simples**

Seguiram-se os procedimentos antropométricos publicados no livro “Cineantropometria – Curso Básico”, Sobral, Coelho e Silva & Figueiredo (2007), para avaliar as variáveis antropométricas: estatura, massa corporal, altura sentado, e pregas adiposas subcutâneas (Tricipital, Bicipital, Subescapular, Suprailíaca, Abdominal e Geminal Medial).

##### **3.2.1.1 Estatura**

A estatura foi registada através de um estadiómetro “Harpenden”, modelo 98.603. Os valores foram expressos em centímetros com aproximação às décimas. Para a medição da estatura, os atletas foram observados na posição de pé, imóveis e descalços, em calções e t-shirt. Encostados ao estadiómetro, mantendo os membros superiores naturalmente ao lado do tronco e imediatamente após inspiração profunda, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar corretamente para o Plano Horizontal de Frankfurt.

### **3.2.1.2 Massa Corporal**

A massa corporal foi medida através de uma balança SECA (modelo 707), a qual tem um grau de precisão de 0,1kg e os dados serão expressos em quilogramas (kg). Os atletas realizaram a medição descalça, com calções e camisetas. Cada um, após subir na balança, manteve-se com olhar horizontal em posição estática, com os membros superiores posicionados ao lado do tronco naturalmente.

### **3.2.1.3 Altura sentado**

Utilizou-se um estadiómetro com banco acoplado (*Sitting Height Table Harpender*), o observado sentou-se de modo a permitir a medição da altura sentada, utilizando-se os mesmos procedimentos de medição para a estatura.

### **3.2.1.4 Pregas subcutâneas**

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutâneas recorreu-se a um adipómetro "*LANGE*" *Skinfold Caliper* com aproximação a 0.2 mm. Todas as medições foram realizadas pelo mesmo técnico no Laboratório de Biocinética da Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

#### *Tricipital*

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

#### *Bicipital*

Situada na parte média e anterior do braço com os mesmos procedimentos e pontos de referência da prega tricipital.

### *Subescapular*

Esta prega assume uma orientação oblíqua dirigida para baixo e para o fora. É medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do bordo inferior e interno da omoplata.

### *Suprailíaca*

A prega suprailíaca sobre a linha midaxilar e a 2 cm do bordo superior da crista ilíaca, acompanhando a orientação das fibras do músculo grande oblíquo (prega oblíqua).

### *Geminal medial*

Esta prega vertical é medida com a articulação do joelho flectida formando a perna e a coxa um ângulo de 90° entre si, na parte média e interna da perna, na zona de maior perímetro do meio da perna (prega vertical).

### *Abdominal*

A prega abdominal é medida no ponto localizado a 3 cm ao lado do centro do umbigo e 1 cm abaixo do mesmo (prega horizontal).

## **3.2.2 Medidas antropométricas compostas**

Com base nas medidas antropométricas simples determinamos um conjunto de índices:

### **3.2.2.1 Índice de massa corporal**

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

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

esta variável é expressa em kg / m<sup>2</sup>. É amplamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas. Embora o IMC esteja

associado à adiposidade, em muitas circunstâncias a correlação com a percentagem de MG é reduzida, passando a não ser específico para a avaliação da obesidade nomeadamente nos rapazes pubertários (Sardinha & Moreira, 1999).

### **3.2.2.2 Somatório das pregas de gordura subcutânea**

Trata-se da soma aritmética dos valores correspondentes à medição das seis pregas anteriormente descritas. Esta variável é expressa em mm.

### **3.2.2.3 Rácio entre as pregas do tronco e dos membros**

Somatório das pregas subescapular, suprailíaca e abdominal a dividir pela soma das pregas tricpital, bicipital e geminal, expressa em mm / mm.

### **3.2.2.4 Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricpital e subescapular como preditores**

Recorreu-se à fórmula de Slaughter et al. (1988) para os rapazes, com menos de 35mm no somatório das pregas tricpital e subescapular, nomeadamente:

$$1.21 (\text{Tric} + \text{Sub}) - 0.008 (\text{Tric} + \text{Sub})^2 - 3.4$$

### **3.2.2.5 Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricpital e geminal medial como preditores**

Recorreu-se à função linear simples de Slaughter e col. (1988) para rapazes, independentemente do valor do somatório das pregas utilizadas como preditoras, nomeadamente:

$$0.735 (\text{prega tricpital} + \text{prega geminal medial}) + 1.0$$

## **3.3 Bioimpedância**

A bioimpedância foi o método utilizado para determinar a percentagem de massa gorda dos sujeitos constituintes da amostra.

Para a realização deste teste, realizaram-se os seguintes procedimentos:

1. O atleta colocou-se em decúbito dorsal, numa superfície não condutora, durante pelo menos 5 minutos, de modo a que os líquidos corporais se distribuam;

2. As medidas da bioimpedância foram executadas do lado direito do corpo, mantendo a posição do decúbito dorsal, realizando-se uma limpeza de pele nos pontos de colocação dos eléctrodos, com álcool;
3. Os eléctrodos injetores foram colocados no dorso da mão, na linha média próxima da articulação metacarpo-falângica e no dorso do pé na linha média próxima da articulação metatarso-falângica;
4. Os eléctrodos receptores foram colocados na linha média do pulso entre as proeminências distais do rádio e do cúbito e, no tornozelo, na linha entre os maléolos;
5. Conectaram-se os cabos de ligação aos eléctrodos apropriados. Os cabos vermelhos foram conectados à mão e ao pé, e os cabos pretos às articulações do punho e do tornozelo;
6. Ter a certeza de que os membros inferiores estão abduzidos a 45°, e os membros superiores estão abduzidos a 30°;
7. Assegurar que não há qualquer contato entre as coxas e entre os braços e o tronco, pois pode afetar o circuito de corrente eléctrica.

Para fazer a leitura da resistência e da reactância do corpo, à passagem de corrente eléctrica de baixa intensidade foi utilizado o aparelho *Akern*, modelo BIA101, *AkernSrl, Florence, Italy, 2004*, previamente calibrado para os valores de referência, no Laboratório de Biocinética da FCDEF-UC.

Os valores obtidos foram inseridos, juntamente com o peso, a altura e a data de nascimento, no programa *BodyGram 1.3* da *AkernS.r.l* a partir dos quais é determinada a percentagem de massa gorda.

Também, nos dá informações acerca de massa magra, da taxa metabólica de repouso, da percentagem de água e de mais alguns componentes. Com o objetivo de assegurar a validade dos dados, foram realizadas duas medições, sendo fornecida

aos atletas, antes da primeira medição, uma lista de procedimentos necessários, indicados no protocolo da BIA 101 (em anexo).

### 3.4 Pletismografia

Realizou-se a pletismografia (BOD POD®, *Life Measurement Instrument Concord, USA*) para a avaliação da composição corporal. O volume corporal foi medido de acordo com os procedimentos da aplicação informática do BOD POD® (versão 3.2.5; DLL, 2.40; versão de controlo 5.90). Os detalhes e a percentagem que permite a determinação por pletismografia são os descritos por Dempster & Aitkens (1995) e McCrory e col. (1995). Para a realização deste teste, seguiu-se o procedimento a seguir:

1. Registrou-se o sujeito no *software* requerendo este a massa corporal e a estatura;
2. Seguidamente, verificou-se a adequação do indivíduo relativamente à roupa, tendo sido solicitado o uso de calções de banho justos ou cuecas e touca de piscina.
3. Após a verificação destes procedimentos, realizou-se à calibração da câmara, tendo sido realizado para esse efeito, um primeiro teste de determinação do volume de um corpo de dimensões volumétricas conhecidas (cilindro com volume de 50.255 l ).
4. Após a aceitação do teste de calibração pelo *software*, procedeu-se à avaliação da volumetria do atleta.
5. Antes se solicitou a imobilidade informando ainda da necessidade da normalização dos movimentos respiratórios.
6. Realizou-se esse procedimento em duplicata a fim de verificara consistência dos resultados entre as duas medições. No caso desta consistência não se verificar, o sistema impunha uma terceira medição. As diferenças na precisão se devem a inconsistências entre medidas, tais como: 1) Movimentos durante os procedimentos; 2) Alterações na postura; 3) Variações na respiração; 4) Efeitos do cabelo (Wells & Fuller, 2001).
7. O volume de gás torácico foi calculado pela própria aplicação do dispositivo, com base na estatura, idade e sexo, sendo a densidade corporal ( $D_c$ ) usada pela equação de Brozek (1963) para calcular a

percentagem de MG (%MG) e conseqüentemente a percentagem de massa não gorda (MIG):

$$\% \text{ MG} = (4.54 / Dc - 4.142) \times 100$$

Durante a avaliação teve-se o cuidado de manter a porta do laboratório fechada de forma a evitar oscilações de temperatura.

### **3.5. Análise estatística**

Para se proceder ao tratamento estatístico dos dados foi utilizado o “*software*”, “*Statistical Program for Social Sciences – SPSS*”, versão 18.0 para o *Windows*. Na apresentação da estatística descritiva utilizou-se mínimo, máximo, média como medida de tendência central e o desvio padrão como medida de dispersão para os diferentes domínios das variáveis.

A assunção da normalidade foi verificada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov e pela inspeção visual das parcelas de normalidade. Nos pressupostos que estavam corrompidos, foram executadas transformações logarítmicas de forma a reduzir a não uniformidade do erro. Os valores serão recodificados de forma a gerarem médias estimadas, se não se verificar a normalidade. Na apresentação das diferenças entre metodologia de estimativa de massa gorda absoluta e relativa foi utilizado o teste t-Student de amostras emparelhadas. Foi utilizada a correlação de Pearson para avaliar as possíveis relações entre as variáveis, que representam o tamanho corporal, pregas cutâneas, e valores absolutos e relativos de massa gorda por bioimpedância e pletismografia. O modelo preditivo foi apresentado através de valores obtidos com o teste de regressão linear.

#### 4. RESULTADOS

Nesta etapa da análise de estudo, utilizou-se, como técnica estatística, a aplicação do teste de normalidade, que são utilizados para verificar se um conjunto de dados, para uma determinada variável aleatória, segue uma distribuição normal (Field, 2009).

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva (mínimo, máximo, média, desvio padrão, Kolmogorov-Smirnov) relativa à idade, à massa corporal, à estatura, à envergadura, à altura sentado, à prega tricipital, à prega bicipital, à prega geminal, à prega suprailíaca, à prega subescapular e à prega abdominal dos atletas para a antropometria. É de notar que, de acordo com o teste Kolmogorov-Smirnov, todas as variáveis são normais.

**Tabela 1.** Estatística descritiva para a antropometria.

		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov- Smirnov	
						Valor	p
Idade Cronológica	anos	19.02	32.48	24.30	4.07	0.846	0.47
Massa corporal	kg	61.8	9.6	74.6	6.351	1.089	0.19
Estatura	cm	167.6	187.5	177.8	5.392	0.528	0.94
Envergadura	cm	169.1	191.2	179.1	6.636	0.634	0.82
Altura sentado	cm	88.1	102.0	94.3	2.821	0.940	0.34
Prega tricipital	mm	6	23	14.5	4.7	0.799	0.55
Prega bicipital	mm	4	14	7.7	2.9	0.953	0.32
Prega geminal	mm	5	21	11.9	4.7	0.950	0.33
Prega suprailíaca	mm	10	36	18.2	7.0	1.315	0.06
Prega subescapular	mm	9	37	22.6	7.2	1.018	0.25
Prega abdominal	mm	12	42	24.3	8.1	0.640	0.81

A tabela 2 apresenta a estatística descritiva (mínimo, máximo, média, desvio padrão, Kolmogorov-Smirnov) relativa ao índice de massa corporal, à somatória das seis pregas, ao rácio tronco-membro, à soma das pregas tricipital e subescapular, ao quadrado da soma das pregas tricipital e subescapular e ao quadrado do somatório das seis pregas dos atletas.

**Tabela 2.** Estatística descritiva para medida compostas.

		Mínimo	Máximo	Médio	Desvio Padrão	Kolmogorov - Smirnov	
						Valor	p
Índice Massa Corporal	kg/m <sup>2</sup>	21.1	27.3	23.5	1.534	0.990	0.28
Somatória 6 pregas	mm	56	157	99.4	31.90	0.895	0.40
Rácio tronco-membro	mm/mm	1.40	3.10	1.96	0.37	1.454	0.03
Tricipital+subescapular	mm	16	57	32.8	11.2	0.930	0.35
(Tricipital+subescapular) <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	256	3249	1203	848	1.289	0.07
Somatório das 6 Pregas <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	3080	24649	10875	6935	1.150	0.14

A tabela 3 apresenta a estatística descritiva (mínimo, máximo, média, desvio padrão, Kolmogorov-Smirnov) relativa à resistência, à reactância, à massa gorda em quilogramas, à massa gorda em percentagem, à massa isenta de gordura em quilogramas, à massa isenta gordura percentagem, à taxa metabólica basal, ao índice de massa celular, à massa celular em quilogramas, à massa celular em percentagem, à massa muscular em kg, à massa muscular em percentagem, à água corporal em litros, à água corporal em percentagem, à água extracelular em litros, à água extracelular em percentagem, à água intracelular em litros e à água intracelular em percentagem dos atletas para a medida de bioimpedância.

**Tabela 3.** Estatística descritiva para a medida de bioimpedância.

		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov-Smirnov	
						Valor	p
Resistência	ohm	52.0	79.0	65.7	7.71	0.831	0.49
Reactância	ohm	436.0	616.0	511.1	52.2	0.716	0.69
Massa gorda	kg	7.4	23.0	13.4	3.7	1.175	0.13
Massa gorda	%	11.9	25.1	17.7	3.4	0.795	0.55
Massa isenta gordura	kg	52.6	68.6	61.2	3.3	0.807	0.53
Massa isenta gordura	%	74.9	88.1	82.2	3.4	0.795	0.55
Taxa metab/basal	kcal/dia	1510	1813	1694	78	0.832	0.59
Índice massa celular	kg	9.0	10.6	9.8	0.4	0.707	0.70
Massa celular	kg	26.8	32.6	30.3	1.3	0.720	0.78
Massa celular	%	47.0	52.2	49.5	1.5	1.002	0.37
Massa muscular	kg	32.5	39.9	36.7	1.6	0.732	0.66
Massa muscular	%	43.6	54.8	49.5	2.9	0.687	0.73
Água corporal	L	38.2	48.6	43.2	2.1	0.953	0.32
Água corporal	%	53.1	63.3	58.1	2.6	0.735	0.65
Água extracelular	L	13.2	18.9	15.6	1.3	1.384	0.04
Água extracelular	%	32.3	39.1	35.9	1.8	0.914	0.37
Água intracelular	L	24.3	29.7	27.6	1.2	0.566	0.91
Água intracelular	%	60.9	67.7	63.7	1.9	0.841	0.58

A tabela 4 apresenta a diferença entre metodologia de estimativa de bioimpedância e pletismografia de massa gorda absoluta e relativa, utilizando à média e o desvio padrão da bioimpedância, pletismografia e da diferença entre ambas. Onde foi utilizado o teste t-Student de amostras emparelhadas, com os resultados na diferença da massa gorda absoluta de 1.3 kilogramas entre a bioimpedância e a pletismografia, com desvio padrão de 3.0 e na massa gorda relativa com diferença de 2.0% entre bioimpedância e pletismografia e desvio padrão de 4.0%.

**Tabela 4.** Diferença entre metodologia de estimativa (bioimpedância e pletismografia) de massa gorda absoluta e relativa.

		Bioimpedância		Pletismografia		Diferença	
		Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp
Massa gorda	kg	13.4	3.7	12.1	6.1	1.3	3.0
Massa gorda	%	17.7	3.4	15.7	6.6	2.0	4.0
Massa isenta gordura	kg	61.2	3.2	62.5	2.9	-1.3	3.0
Massa isenta gordura	%	82.3	3.4	84.3	6.6	-2.0	4.0

A tabela 5 apresenta a estatística descritiva (mínimo, máximo, média, desvio padrão, Kolmogorov-Smirnov) relativa ao volume corporal, à densidade corporal, ao volume torácico, à massa gorda em percentagem, à massa gorda em quilogramas, à massa isenta de gordura em percentagem e à massa isenta de gordura em quilograma dos atletas para a medida decorrente de aplicação da pletismografia de ar deslocado. É de notar que, de acordo com o teste Kolmogorov-Smirnov, todas as variáveis são normais.

**Tabela 5.** Estatística descritiva para a medida decorrente da aplicação da pletismografia de ar deslocado.

		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Kolmogorov-Smirnov	
						Valor	p
Volume corporal	L	57.3	88.6	7.4	6.8	1.0	0.2
Densidade corporal	kg/L <sup>2</sup>	1.030	1.090	1.063	0.015	0.88	0.42
Volume torácico	L	3.500	4.380	3.910	0.248	0.52	0.95
Massa gorda	%	3.0	26.7	12.1	6.1	1.1	0.1
Massa gorda	kg	4.4	29.1	15.7	6.6	0.9	0.3
Massa isenta gordura	%	56.6	68.3	62.5	2.9	0.9	0.4
Massa isenta gordura	kg	70.7	95.6	84.2	6.6	0.9	0.3

A tabela 6 apresenta as correlações entre idade cronológica, às medidas de tamanho corporal (massa corporal e estatura), pregas (prega tricipital, prega bicipital, prega geminal, prega suprailíaca, prega subescapular, prega abdominal, soma das pregas tricipital e subescapular, quadrado da soma das pregas tricipital e subescapular, somatória das seis pregas e ao quadrado da somatória das seis pregas) e valores absolutos e relativos de massa gorda por bioimpedância e pletismografia. Todas as variáveis se correlacionam com os dados, exceto a idade cronológica que tem um valor não significativo. Onde os resultados que se destacam são os valores relativos da bioimpedância na Massa corporal (0.927), Prega subescapular (0.828), Somatória das seis pregas (0.878) e o Quadrado da somatória das seis pregas (0.863). Já na pletismografia os resultados de destaque são as Somatória das seis pregas (0.925) e o Quadrado da somatória das seis pregas (0.936).

**Tabela 6.** Correlações entre as medida de tamanho corporal. pregas e valores absolutos e relativos de massa gorda por bioimpedância e pletismografia.

	Bioimpedância		Pletismografia	
	kg	%	kg	%
Idade Cronológica	-0.129 (ns)	-0.206 (ns)	-0.263 (ns)	-0.247 (ns)
Massa corporal	0.836 <sup>**</sup>	0.927 <sup>**</sup>	0.888 <sup>**</sup>	0.826 <sup>**</sup>
Estatura	0.496 <sup>**</sup>	0.553 <sup>**</sup>	0.558 <sup>**</sup>	0.537 <sup>**</sup>
Prega tricipital	0.741 <sup>**</sup>	0.747 <sup>**</sup>	0.808 <sup>**</sup>	0.817 <sup>**</sup>
Prega bicipital	0.777 <sup>**</sup>	0.754 <sup>**</sup>	0.836 <sup>**</sup>	0.864 <sup>**</sup>
Prega geminal	0.747 <sup>**</sup>	0.778 <sup>**</sup>	0.816 <sup>**</sup>	0.801 <sup>**</sup>
Prega suprailíaca	0.753 <sup>**</sup>	0.764 <sup>**</sup>	0.822 <sup>**</sup>	0.828 <sup>**</sup>
Prega subescapular	0.826 <sup>**</sup>	0.828 <sup>**</sup>	0.891 <sup>**</sup>	0.902 <sup>**</sup>
Prega abdominal	0.823 <sup>**</sup>	0.842 <sup>**</sup>	0.913 <sup>**</sup>	0.915 <sup>**</sup>
Soma prega tric+sub	0.783 <sup>**</sup>	0.792 <sup>**</sup>	0.854 <sup>**</sup>	0.862 <sup>**</sup>
(Soma prega tric+sub) <sup>2</sup>	0.769 <sup>**</sup>	0.783 <sup>**</sup>	0.827 <sup>**</sup>	0.825 <sup>**</sup>
Somatório 6 Pregas	0.854 <sup>**</sup>	0.878 <sup>**</sup>	0.933 <sup>**</sup>	0.925 <sup>**</sup>
Somatório 6 Pregas <sup>2</sup>	0.852 <sup>**</sup>	0.863 <sup>**</sup>	0.930 <sup>**</sup>	0.936 <sup>**</sup>
-----				
Massa gorda - BIA	-	-	0.935 <sup>**</sup>	0.894 <sup>**</sup>
	-	-	0.897 <sup>**</sup>	0.878 <sup>**</sup>
Massa gorda - PAD	0.894 <sup>**</sup>	0.878 <sup>**</sup>	-	-
	0.935 <sup>**</sup>	0.897 <sup>**</sup>	-	-

<sup>\*\*</sup> (p < 0.01); (ns, não significativo); (tric, tricipital); (sub, subscapular); (BIA, bioimpedância); (PAD, pletismografia).

A tabela 7 apresenta uma regressão linear para estimar a massa gorda relativa em tenistas, com a variável dependente sendo bioimpedancia e a pletismografia, Esta representada na tabela 7 os coeficientes dos preditores e o intervalo de confiança (95%), e o nível de significância. É também apresentado o coeficiente de estimação ( $R^2$ ) e o erro padrão de estimativa. Os preditores para a bioimpedância foram à massa corporal (valor) e o quadrado da somatória das pregas (valor). Para a pletismografia os preditores foram o somatório das seis pregas (valor) e o índice de massa corporal (valor). O coeficiente de estimação do modelo para bioimpedância foi de 0.79, com erro padrão de estimativa de 1.63, já na pletismografia o modelo explica 0.90 da variável dependente, com um erro padrão de estimativa de 2.10.

**Tabela 7.** Modelos preditivos para estimar a massa gorda relativa em tenistas.

	Preditor	Coeficiente (95% CI)	p	r	Modelo	
					R <sup>2</sup>	SEE
Bioimpedância	Constante	-16.347 (-24.388;-8.307)	0.000	-	0.79	1.63
	Massa Corporal	0.370 (0.250;0.490)	0.000	0.85		
	Somatório 6 pregas <sup>2</sup>	0.000 (0.000;0.000)	0.001	0.89		
Pletismografia	Constante	-22.644 (-35.075;-10.213)	0.001	-	0.90	2.10
	Somatório 6 pregas	0.179 (0.152;0.206)	0.000	0.94		
	Índice Massa Corporal	0.872 (0.307;1.436)	0.004	0.95		

\* p < 0.05

\*\* p < 0.01

## 5. Discussão

No presente estudo, verificamos os seguintes resultados para as seguintes variáveis: estatura apresenta um valor médio  $177.8 \pm 5.3$  cm, massa corporal  $74.6 \pm 6.3$  kg, IMC  $23.5 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>. No que se refere às pregas de gordura subcutânea: prega tricípital  $14.5 \pm 4.7$  mm, prega bicípital  $7.7 \pm 2.9$  mm, prega geminal  $11.9 \pm 4.7$  mm, prega suprailíaca  $18.2 \pm 7.0$ , prega subescapular  $22.6 \pm 7.2$  mm, prega abdominal  $24.3 \pm 8.1$  mm. Apresentam uma percentagem de massa gorda de  $17.7 \pm 3.4\%$  e de massa isenta de gordura de  $82.3 \pm 3.4\%$  por bioimpedância; e percentagem de massa gorda de  $15.7 \pm 6.6\%$  e de massa isenta de gordura de  $84.3 \pm 6.6\%$  por pletismografia. Tendo assim uma diferença de 1.3 kg a mais na massa gorda de bioimpedância que na massa gorda de pletismografia, sendo 2% a diferença de massa gorda entre os dois métodos utilizados neste estudo

No presente estudo, os resultados encontrados pelo método de dobras cutâneas, mostraram uma elevada correlação com os resultados identificados na bioimpedância e pletismografia.

Nossos resultados corroboram Rossi (2001), que também encontrou uma alta correlação ( $r=0.72$ ;  $p<0.05$ ) entre as dobras cutâneas e a bioimpedância. Como também, Rodrigues et al. (2007) encontrou correlação significativa entre estes dois métodos de avaliação da composição corporal em uma amostra de pessoas do sexo masculino.

A antropometria é outro método amplamente utilizado em estudos epidemiológicos para avaliar a composição corporal, principalmente de gordura. E, mais recentemente, distribuição de gordura. As vantagens da antropometria são que ela é portátil, não invasiva, barato e útil em estudos de campo. Porém ainda não há literatura substancial disponível sobre o assunto em tenistas. A necessidade de medidas antropométricas precisas já foi relatada nos demais estudos. No entanto, as estimativas de erro de medição raramente são relatadas. No estudo de Nagy et al., a fiabilidade da espessura cutânea e circunferências foi semelhante, e maior do que 95% para intra e 90% para a inter-observador. Estes resultados são semelhantes aos descritos por Moreno et al., e semelhante ou até melhor do que aqueles observados em outros estudos.

Gérman et al., descreve que tanto na densitometria radiológica de dupla energia quanto na pletismografia por deslocamento de ar; quando prevista a partir de dobras cutâneas, usando as mesmas equações e quando as medidas repetidas foram realizadas no mesmo dia pelo mesmo avaliador, os resultados do estudo obtidos através da equação de Slaughter, mostraram que a percentagem de massa gorda é confiável, Embora, a percentagem de massa gorda prevista usando equações de Slaughter, também é de confiança em dias consecutivos pelo mesmo avaliador ou por avaliadores diferentes no mesmo dia, confiável tanto na densitometria radiológica de dupla energia quanto na pletismografia por deslocamento de ar.

Em um estudo realizado na área de futebol, Moreno et al. (2004) comparou a composição corporal de crianças com 14 de anos de idade praticantes de futebol e não praticantes. Onde se verificaram os seguintes valores: grupo de não praticantes – 54,50 kg de massa corporal, 165 cm de estatura, 19,97 kg/m<sup>2</sup> de IMC, 18,19% de massa gorda e 45,17 kg de massa não gorda. Enquanto o grupo de praticantes de futebol apresentou os seguintes valores: 56,50 kg de massa corporal, 168 cm de estatura, 20,53 kg/m<sup>2</sup> de IMC, 15,87% de massa gorda e 47,61 kg de massa não gorda. Os seguintes dados demonstram que o grupo de praticantes de futebol apresentam valores superiores de estatura, massa corporal, IMC e massa não gorda, quanto ao valor de percentagem de massa gorda é inferior. Estes dados vão ao encontro de que a prática futebolística aumenta a massa corporal, mas através do incremento de massa isenta de gordura.

Num estudo realizado com atletas das seleções juvenis e juniores brasileiras de 1995 na modalidade voleibol, Rocha et al. (1996) foram encontrados, respectivamente, para as duas categorias, valores médios para prega tricipital de 10,2mm e 9,3mm; prega subescapular de 10,5mm e 11,4mm; prega supraílica de 8,2mm e 16,1mm; e prega geminal de 9,4mm e 7,9mm. Em relação ao estudo de Heimer et al. (1988) com atletas da seleção sénior da Iugoslávia, foram verificados valores médios para prega subescapular de 8,0mm e prega geminal de 4,4mm. No estudo realizado por Rodacki (1997) com atletas do estado de São Paulo, participantes da Liga Nacional de 1996, foram verificados valores médios para a prega tricipital de 8,8mm; prega subescapular de 10,5mm; prega supraílica de 14,5mm; prega crural de 11,9mm e prega geminal de 7,7mm. Num estudo de Silva e Rivet (1988) com a Seleção Brasileira adulta de 1986, foi encontrado um valor de média de três dobras cutâneas igual a 8,0mm.

Relativamente à estatura é possível acrescentar, de acordo com a média de estatura observada para as categorias juvenis (194,0cm) e juniores (194,7cm). Conforme o estudo de Rocha et al. (1996) para as selecções brasileiras juvenis (194,7cm) e juniores (197,6cm), mesmo atletas de categorias de base já apresentam valores muito próximos aos observados para as antigas equipas profissionais.

Outra variável que pode ser comentada em relação a estudos anteriores realizados com grupos de atletas de voleibol é a massa corporal. Verificaram-se valores de 83,6kg para a equipa de juvenis e 88,1kg para a equipa de juniores, ambas das selecções brasileiras. Em outro estudo realizado pelos mesmos autores verificaram-se valores de 78,5kg para a categoria juvenis e 84,6kg para a categoria juniores, estando esses valores abaixo dos observados para as selecções brasileiras nas mesmas categorias. Já a categoria de seniores apresentou um valor médio de peso corporal de 93,5kg. Enquanto estudos anteriores realizados com atletas do Estado de São Paulo participantes da Liga Nacional de Voleibol do ano de 1996 apresentaram um valor de 87,9kg (Rodacki, 1997) ainda acima da média encontrada; atletas da Selecção Iugoslava de 1985 apresentaram um valor de 85,3 g (Heimer et al., 1988) e atletas da antiga União Soviética apresentaram valor médio de 90,1kg (Viitasalo, 1982). No presente estudo, os valores de massa corporal encontrados nos tenistas, foi de 74,6kg, sendo este valor o mais baixo entre todos os estudos.

Na modalidade basquetebol, Paiva Neto & César (2005) realizaram um estudo em 85 basquetebolistas da Liga Nacional Brasileira. Obtendo os seguintes resultados: a média das estaturas por posição oscila entre 181,5 e 206,2cm, enquanto que os valores médios de massa corporal oscilam entre 76,5 e 111,8 kg. A percentagem de massa gorda varia entre 8,1 e 15,2%, quanto aos valores de IMC variam 23,3 e 26,4 kg/m<sup>2</sup>.

Em estudos realizados na área de composição corporal na modalidade de canoagem, se verificou que, ao longo dos últimos 25 anos, os atletas de elite têm apresentado valores mais elevados de peso, porém com menores índices de massa gorda (Kerr et al, 2008a). Todavia, quando nos referimos a atletas de alta competição devemos ter em conta que este fenómeno deve-se, normalmente ao tecido magro e não do excesso de tecido gordo (Cox, 1992), o que pode ser confirmado pela % MG média de 10,4 (3,7) %, tendo variado entre 5,6 e 14%. Alves e Silva, 2009 observaram que os valores médios do IMC (25,1%) eram indicativos de excesso de peso. Porém, comparando com a média da percentagem MG (10,4%), verificamos que

este excesso de peso era derivado do aumento da massa magra e não de tecido gordo. Os valores médios de peso (80,3 kg) e de estatura (178,7 cm) dos atletas estudados estavam relativamente próximos dos valores de outros atletas estudados por diversos autores, tais como: Capousek & Bruggemann (1996), Hernandez (1993) e Lenz (1990). Os valores de estatura e de massa corporal nestes estudos eram de 177 cm e 74 kg (Capousek & Bruggemann, 1990), 179,5cm e 78 kg (Hernandez, 1993) e de 182 cm e 77,4 kg (Lenz, 1990), respectivamente.

Moon et al (2001) num estudo realizado em atletas universitários obteve os seguintes resultados: a percentagem de massa gorda estimada pelos métodos pletismografia (BOD POD<sup>®</sup>), bioimpedância (BIA) e interação de infra-vermelho tinham um valor superior quando comparado com o método de pesagem hidroestática ( $p < 0.008$ ). A estimativa produzida pela equação com pregas de gordura subcutâneas [SK (a)] relativamente à percentagem de massa gorda é significativamente inferior quando comparado com o método de pesagem hidroestática ( $p < 0.008$ ). Os coeficientes de validade variaram de  $r = 0,80$  (BIA) para  $0,96$  [SK (a)].  $SF (a) Dc = 1.10938 - 0.0008267 \times (X1) - 0.0000016 \times (X1)^2 - 0.0002574 \times (X4)$ . Em que,  $X1 =$  peitoral, abdómen, coxa;  $X2 =$  peitoral, tricipital, subescapular;  $X3 =$  peito, subescapular, axilar, supraílica anterior, abdominal, coxa, tricipital;  $X4 =$  idade em anos.

No presente estudo obtiveram-se os valores de percentagem de massa gorda e não gorda através do método de pletismografia BOD POD, através da recolha das pregas de gordura subcutâneas (tricipital, bicipital, geminal, subescapular, abdominal e supraílica) e através da bioimpedância. Verificou-se que a correlação entre as medidas de tamanho corporal, pregas de gordura subcutâneas e valores absolutos e relativos de massa gorda por bioimpedância e pletismografia são significativos.

Tratando-se de pletismografia por deslocamento de ar, Fields. et al concluiu que, embora a pletismografia pareça ser uma técnica válida em uma ampla gama de faixas etárias, mais estudos são necessários para testar a confiabilidade da relação intra-observador e inter-observador, e a variabilidade biológica dos estudos em dias diferentes ou variabilidade para pletismografia com maior número de indivíduos. A este respeito, apenas Wells e Fuller relataram a precisão da pletismografia para duas medições repetidas em populações pediátricas (5-19 anos), que é definida como  $(SD / n) / d - 1 / 2$  onde  $n$  é o tamanho da amostra e  $d$  o número de medições repetidas. As precisões relatadas foram de 0,83% para meninos e para meninas 0,99% para

percentagem de massa gorda, similar aos dos adultos. É importante ter em mente que o volume do pulmão não foi medido, mas previsto para todos os estudos, continuando a pletismografia sendo confiável.

Segundo Piers. et al, alguns dos pontos fortes da bioimpedância é que ela é relativamente simples, objectiva e de baixo custo. No entanto, a bioimpedância permanece imprecisa, na presença de distribuição anormal de compartimentos corporais (ascite, diálise, e lipodistrofia) ou de pesos extremos. Os resultados de bioimpedância podem também variar dependendo das condições de avaliação ou da altura do dia, e estas variações parecem ser semelhantes tanto em adultos como em crianças. Embora improvável esta variação no tempo, pode estar relacionada com os valores menos fiáveis da reactância e resistência e exige mais investigação. No entanto, estes não foram traduzidos para o intra-avaliador e inter-avaliadores, ou efeito em dias diferentes em percentagem de massa gorda, sugerindo que a bioimpedância é uma técnica confiável para análise da composição corporal.

## 6. Conclusão

A pletismografia mostrou concordância com a bioimpedância. Ambos os métodos de avaliação se correlacionam com a antropometria; no entanto, apresentaram valores mais elevados de percentagem de massa gorda que a antropometria. E na avaliação entre os dois métodos verificou-se uma maior percentagem de massa gorda na bioimpedância que na pletismografia.

Com isso podemos concluir que existem formas de prever com alguma exactidão a composição corporal em tenistas, obtendo os valores de biompedância e pletismografia através de medidas antropométricas.

Sendo assim, o presente estudo tem suas limitações. O tamanho da amostra é relativamente pequeno, tendo em vista a dificuldade de recrutar tenistas para avaliações em laboratórios e salas específicas para a realização dos estudos. Outro factor que também ajudou a limitar este estudo foi o facto de não haver muitos estudos anteriores a respeito do tema envolvendo composição corporal em tenistas. Nota-se ainda que, estudos sobre este desenho experimental são de elevada importância para esta modalidade, uma vez que, a revisão de literatura aponta poucos estudos antropométricos no ténis.

Dito isto, recomenda-se em futuras investigações realizar estes estudos em amostras mais alargadas, não somente na modalidade do ténis, mais em outras modalidades esportivas que possam beneficiar-se com este tipo de estudo. Estes resultados podem ser completados com estudos de validação, examinando a precisão destes métodos para avaliação da composição corporal em atletas em geral.

## 7. Bibliografia

Alves, L., Silva, MR. (2009). *Seleção nacional olímpica de canoagem 2008: composição corporal e prestação competitiva. Revista da Faculdade de Ciências da Saúde*. Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa. 6: 442-451, 2009.

Anselmi, H. *Sistema energéticos y cualidades físicas*. Argentina. Fuerza y Potencia, 2008.

Åstrand, P-O. & Rodahl, K. *Tratado de fisiologia do exercício*. 2.ed., Rio de Janeiro, INTERAMERICANA, p.617, 1980.

Babette P, Miller S, Dines , et al. *Sport science and medicine in tennis*. Br J Sport Med; 41:703, 2007.

Baptista, SCR. *Avaliação dos hábitos de ingestão de macro nutrientes e da composição corporal numa população juvenil feminina do distrito do Porto, 2007*.

Beunen, G. & Borms, J. *Cineantropometria: raízes, desenvolvimento e futuro*. In: *Ciência & Movimento*, São Caetano do Sul: 4(3), p.76-97, 1990.

Bergeron, M.F.; Maresh, C.M.; Kraemer, W.J.; Abraham, A.; Conroy, B.; Gabaree, C. *Tennis: a physiologic profile during match play*. *International Journal Sports Medicine*, v.12, n.5, p. 474-479, 1991.

Brodie, D.A. , Stewart, A.D. - *Body composition measurement: A hierarchy of methods*. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 12:801-816, 1999.

Cambraia, A.; N. Pulcinelli, A. J. *Avaliação da composição corporal e da potência aeróbica em jogadoras de Voleibol de 13 a 16 anos de idade do Distrito Federal*. *Revista Brasileira de ciência e movimento*, v. 10, n. 2 p. 43-48, 2002.

Capousek, J., Bruggemann, P. (1990). *Comparative electromyographic investigation of specific strength exercises and specific movement in kayak*. *Internacional Seminar on kayak- Canoe Coaching and Sciences*. International Canoe Federation. State University of Gent.Belgium, 1990.

Carter, J.K.L. *The Heath-Carter Somatotype Method*. San Diego: San Diego State University, 1975.

Castro, W.; Vasconcelos, R. F.; Souza, F. R.; Loureiro, A. C. C. *Composição corporal de diabéticos tipo 2 da cidade de Fortaleza*. Revista Brasileira de Educação Física e esporte, v. 20, set., 2006.

CBT. *Confederação Brasileira de Tênis*. [www.cbtenis.com.br](http://www.cbtenis.com.br) . Atualizado em janeiro de 2011.

Cervi, E.C. et alii. *Influência do tipo e intensidade de treinamento sobre parâmetros cardiovasculares e bioquímicos sanguíneos de indivíduos sadios submetidos ao exercício físico extenuante em esteira ergométrica*. In: Ciência & Movimento, São Caetano do Sul, 3(1): p.17-25, 1989.

Clarys, J. P., Martin, A. D., Drinkwater, D.T. *Gross Tissue Weights in the Human Body By Cadaver Dissection*. Human Biology, v. 56 n.3, p. 459-473,1984.

Cox, R. (1992). *The Science of Canoeing*. Coxburn press. Cheshire, 1992.

Dempster P, Aitkens S. *A new air displacement method for the determination of human body composition*. Med Sci Sports Exerc; 27:1692-7, 1995.

Eisenkölbl J, Kartasurya M, Widhalm K. *Underestimation of percentage fat mass measured by bioelectrical impedance analysis compared to dual energy X-ray absorptiometry method in obese children*. Eur J Clin Nutr, 55:423–429, 2001.

Ellis KJ. *Selected body composition methods can be used in field studies*. J Nutr 2001.

Eston, R.G.; Rowlands, A.V.; Charlesworth, S.; Davies, A. & Hoppitt, T. *Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women*. European Journal of Clinical Nutrition. v.59. p.695-702, 2005.

Fernandez, J.; Villanueva, A.M.; Pluim, B.M. *Intensity of tennis match play*. British Journal of Sports Medicine, v.40, n.5, p. 387-391, 2006.

Ferrauti, A.; Pluim, B.M.; Weber, K. *The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players*. Journal Sports Sciences, 19(4): p. 235-242, 2001.

FPT. *Federação Portuguesa de Tênis*. [www.tenis.pt](http://www.tenis.pt) . Atualizado em Setembro de 2011.

- Fields DA, Hunter GR, Goran MI. *Validation of the BOD POD with hydrostatic weighing: influence of body clothing*. *Int J Obes Relat Metab Disord*; 24:200-5, 2000.
- Fields DA, Goran MI, McCrory MA. *Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review*. *Am J Clin Nutr* ; 75:453-467, 2002.
- Field, (2009). *Discovering statistics using SPSS: and, sex, drugs and Rock & Roll*. 3rd Edition. London: Sage, 1999.
- Forbes, G. - *Body composition: influence of nutrition, physical activity, growth and aging*. In: *Modern Nutrition in Health and Disease* Baltimor, Williams &Wilkins; 1999
- Fox, E.L. ; Bowers, R.W. ; Foss, M.L. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. Ed.4. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan: 1991.
- Friedl, K.E.; Westphal, K.A.; Marchitelli, L.J.; Patton, J.F.; Chumlea, W.C.; Guo, S.S. *Evaluation of anthropometric equations to assess body-composition changes in young women*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.73, n.2, p.268-275, 2001.
- Gallagher M, Walker KZ, O'Dea K. *The influence of a breakfast meal on the assessment of body composition using bioelectrical impedance*. *Eur J Clin Nutr* ;52:94-97, 1998.
- Germán Vicente-Rodríguez, Juan P. Rey-López, Maria I. Mesana; *Reliability and Intermethod Agreement for Body Fat Assessment Among Two Field and Two Laboratory Methods in Adolescents*;221-228, 2011
- Glaner, M.F. & Rodrigues-Anez, C.R. *Validação de Equações para Estimar a Densidade Corporal e/ou Percentual de Gordura para Militares Masculinos*. *Revista Treinamento Desportivo*. v. 4, n.1, p. 29-36, 1999.
- Going S.B. (1996). *Densitometry*. In, *Human Body Composition*. Roche AF, Heymsfield SB & Lohman TG, Editors. Human Kinetics, 1996.
- Going, S. *Nutrição esportiva e controle de peso e dietas*. Otimizando as técnicas para determinar a composição corporal, 2009.
- Goran MI, Gower BA, Treuth M, Nagy TR. *Prediction of intra-abdominal and subcutaneous abdominal adipose tissue in healthy pre-pubertal children*. *Int J Obes Relat Metab Disord*; 22:549-558, 1998.

- Gray, D.S. *Diagnóstico e prevalência da obesidade*. In: BRAY, G.A. (Editor) *Clínicas médicas da América do Norte: obesidade*. Rio de Janeiro: INTERLIVROS, p. 319, Vol. 1, 1989.
- Gropell, J. L.; Roetert, E. P. *Applied physiology of tennis*. Sports Medicine. v.14. n.4. p. 260-268. 1992.
- Guedes D.P. *Recursos antropométricos para análise da composição corporal*. 2006.
- Gudes, D.P. *Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações*. 2. ed. rev., Londrina: APEF, p.124, 1994.
- Heimer, S., Misigoj, M., Medved, V. (1988). *Some anthropological characteristics of top volleyball players in SFR Yugoslavia*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(2): 200-8, 1988.
- Hernandez JR.; Olmos, B. D. *Musculação: Montagem da Academia, Gerenciamento de Pessoal e Prescrição de Treinamento*. Rio de Janeiro. Sprint: 1998.
- Hernandez, J. (1993). *Entrenamiento en agua en Piraguismo (II)*. Comité olímpico español. España, 1993.
- Heyward V.H., Stolarczyk L.M. - *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL, Human Kinetics, 1996.
- Higgins P.B., Silva A.M., Sardinha L., Hull H.R., Goran M.I., Gower B.A., e Fields D.A. (2006). *Validity of new child-specific thoracic gas volume prediction equations for air displacement plethysmography*. *BMC Pediatrics*, 6:18, 2006.
- Jarocki A, Markiewicz G, Starosta W. *Selected elements of movement co-ordination as affected by prolonged training loads in tennis at high ambient temperature*. *Medycyna Sportowa*;17(115):67-70, 2001.
- Kerr, J., Spinks, W., Leicht, A., Sinclair, W., Woodside, L. (2008). *Comparison of physiological responses to graded exercise test performance in outrigger canoeing*. *J Spots Sci*. May; 26(7): 743-9, 2008.
- Lenz, J. (1990). *Specific Strength training in kayak: outdoor, internacional seminar on kayak- Canoe Coaching and Sciences*. International Canoe Federation. State University of Gent. Belgium, 1990.

- Lukaski, H.C. - *Methods for the assessment of human body composition: traditional and new*. Am J Clin Nutr, 46: 537-556, 1987.
- Malina, R.M.; Bouchard, C.; Bar-Or, O. *Growth, maturation and physical activity*. 2<sup>a</sup> ed., Champaign: Human Kinetics Books, 2004.
- Malina, R.M. *Quantification of fat, muscle and bone in man*. Clinical Orthopaedics & Related Research. v.65, p. 9-13, 1969.
- Marins, J.C.B. E Giannichi, R.S: *Avaliação e Prescrição de Atividade Física: Guia Prático*. 2 ed. Shape. Rio de Janeiro, 1998.
- Matsudo, Paschoal, Amancio: *Atividade física e sua relação com o crescimento e a maturação biológica de crianças*. Caderno de nutrição, 14; 01-12, 2003.
- McArdle, W.; Katch, F. & Katch, F. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6 ed., 2008.
- McCrorry MA, Molé PA, Gomez TD, Dewey KG, Bernauer EM. *Body composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes*. J Appl Physiol ;84:1475–1479, 1998.
- Mello M.T. e col. (2005). *Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos*, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói. Sept/Oct. 2011.
- Moon, J., Tobkin, S., Costa, P., Smalls, M., William, M., O’Kroy, J., Zoeller, R., Stout, J. (2008). *Validity of the bod pod for assessing body composition in athletic high school boys*. Journal of Strength and Conditioning Research. 22(1): 263–268, 2008.
- Moreno LA, González-Gross M, Kersting M et al.; HELENA Study Group. *Assessing, understanding and modifying nutritional status, eating habits and physical activity in European adolescents: the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study*. Public Health Nutr 2008;11:288–299.
- Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI et al.; AVENA Study Group. *Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents*. Nutrition 2003;19:481–486.

Moura, J.A.R.; Rech, C.R.; Fonseca, P.H.S.; Zinn, J.L. *Validação de Equações para a Estimativa da Densidade Corporal em Atletas de Futebol Categoria sub-20*. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. v.5. p. 22-32, 2003.

Nagy E, Vicente-Rodriguez G, Manios Y *et al.*; HELENA Study Group. *Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in a multicenter study in adolescents*. *Int J Obes (Lond)*2008;32 Suppl 5:S58–S65.

Neto, AP., César, MC. (2003). *Avaliação da composição corporal de atletas de basquetebol do sexo masculino participantes da liga profissional 2003*. *Rev. Bras. Cine. Des. Hum.* 7(1):35-44

Norton, K. *Antropometria y performance deportiva*, p 188-198, 2004.

Parizková, J. *Gordura corporal e aptidão física*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

Perez, J.; Despierre, G.; Perasso, G. *Entrenamiento Deportivo*. Argentina. Tenisargentina. 2002

Perkins RH, Davis D. *Musculoskeletal injuries in tennis*. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 2006; 17:609-631.

Pereira, C.F. & Sampedro, R.M.F. *Efeitos de um programa de treinamento físico nas medidas antropométricas de tenistas*. In: *Revista de Estudos*, Novo Hamburgo: 14(2), p.24-32, 1991.

Piers LS, Soares MJ, Frandsen SL, O'Dea K. *Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals*. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1145–1152.

*Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 20 (5), Set/2006, 115-119, 2006.

Rezende, F.A.C.; Rosado, L.E.F.P.L.; Priore, S.E. & Franceschini, S.C.C. *Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população brasileira*. *Brazilian Journal of Nutrition*. v.19, p. 357-367, 2006.

Rocha, M., Dourado, A., Gonçalves, H. (1996). *Estudo do somatotipo da seleção brasileira de voleibol categorias – infanto-juvenil e juvenil – 1995*. *Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina*. 11(19): 21-30.

Rodacki, A. (1997). *Determinação da altura individual de queda para saltos em profundidade em atletas de voleibol de ambos os sexos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. São Paulo. p 155.*

Rodrigues, M. N. *Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. Ver. Bras. Med. Esporte, v.7, n. 4, p. 125-131, 2007.*

Rodríguez G, Moreno LA, Sarría A, Fleta J, Bueno M. *Diurnal variation in the assessment of body composition using bioelectrical impedance in children. Eur J Clin Nutr 1999;53:244.*

Rossi, L.; Tirapegui, J. *Comparação dos métodos de bioimpedância e equação de Faulkner para avaliação da composição corporal em desportistas. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 37, n. 2, 2001.*

Santos, SG. *Comparação dos valores médicos de estimação da massa gorda através de análise por impedância bioelétrica e pregas cutâneas em atletas de elite, 2009.*

Sardinha, L.B.; Lohman, T.G.; Teixeira, P.J.; Guedes, D.P.; Going, S.B. *Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. American Journal of Clinical Nutrition, v.68, n.4, p.786-793, 1998.*

Silva, AM; Sardinha, LB – *Nutrição Exercício e Saúde. Capítulo III; Adiposidade corporal: métodos de avaliação e valores de referências- p. 135-175, 2008.*

Silva, R., Rivet, R. (1988). *Comparação dos valores de aptidão física da seleção brasileira de voleibol masculina adulta, do ano de 1986, por posição de jogo através da estratégia “Z” CELAFISCS. Revista Brasileira de Ciência e Movimento. 2(3): 28-32.*

Smeakal, G.; Von Duvillard, S.P.; Rihacekl,C.; Pokan, R.; Hofmann, P.; Baron, R.; Tschan, H.; Bachl, N. *A physiological profile of tennis match play. Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(6): p.999-1005, 2001.*

Treuerherz, R.M. *Tênis: técnicas e táticas de jogo: preparação estratégica, mental, física, nutricional, 1. ed., São Paulo: ALAÚDE EDITORIAL, 2005*

Vescovi JD, Hildebrandt L, Miller W, Hammer R, Spiller A. *Evaluation of the BOD POD for estimating percent fat in female college athletes*. J Strength Cond Res; 16:599-605, 2005.

Viitasalo, J. (1982). *Anthropometric and physical performance characteristics of male volleyball players*. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 17(3): 182-88.

Wells JC, Fuller NJ. *Precision of measurement and body size in whole-body air-displacement plethysmography*. Int J Obes Relat Metab Disord 2001;25:1161–1167.

Wilmore, J.H. & Costill, D.L. *Fisiologia do Exercício e do Esporte*. São Paulo: Manole, 4 ed., 2010.

.

## **Anexos**

### **Anexo A**

#### **Lista de cuidados a ter em conta antes da avaliação por Bioimpedância**

\* Não utilizar medicamentos diuréticos nos sete dias que antecedem o teste;

\*Manter-se em jejum pelo menos nas 4 horas que antecedem o teste;

\*Não ingerir bebidas alcoólicas e café nas 48 horas que antecedem o teste;

\*Não realizar actividades físicas extenuantes nas 24 horas anteriores ao teste.

**Atenção:** Em caso de dúvida ou para mais informações contactar o seu treinador.

Obrigado pela colaboração.