



Shirley Geanne Inês de Souza

ESTUDO MULTIVARIADO E MULTIMÉTODO DA INTER-  
ASSOCIAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E O  
DESEMPENHO DA FORÇA EM VOLEIBOLISTAS  
ADOLESCENTES FEMININOS

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

Abril/2015



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Shirley Geanne Inês de Souza

**ESTUDO MULTIVARIADO E MULTIMÉTODO DA INTER-ASSOCIAÇÃO  
ENTRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E O DESEMPENHO DA FORÇA EM  
VOLEIBOLISTAS ADOLESCENTES FEMININOS**

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

**Orientadores:** Professor Doutor Manuel João Coelho-e-Silva e Mestre João Pedro Duarte.

Coimbra, 2015

Souza, S.G. (2015). ESTUDO MULTIVARIADO E MULTIMÉTODO DA INTER-ASSOCIAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E O DESEMPENHO DA FORÇA EM VOLEIBOLISTAS ADOLESCENTES FEMININOS. Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

*“Todos podem ver as táticas das minhas conquistas, mas ninguém consegue discernir a estratégia que geraram as vitórias...” (Sun Tzu)*

## **DEDICATÓRIA**

*A todas e todos que contribuíram de alguma forma,  
para que este sonho se tornar-se realidade.*

## AGRADECIMENTOS

*“A certeza de coisas que se esperam, a convicção de fatos que não se veem...” Fé*

As conquistas e vitórias envolvem trabalho árduo, dedicação e objetivos dos quais envolvem um mundo. Feliz do homem que pode agradecer, sendo assim venho redigir os meus sinceros e simplórios agradecimentos:

Primeiramente ao único ser onipotente, onisciente, onipresente de todo universo... (Deus).

Por todos os anjos colocados em meu caminho, para me guiar, apoiar e dar força nesta trajetória.

A toda minha família em especial a razão de tudo que sou, Pai, Mãe e Mano amo vocês.

À minha família Portuguesa que me acolheu durante toda esta jornada.

Agradeço à Faculdade de Ciências do Desporto e da Educação Física da Universidade de Coimbra, Aos Doutores, Mestres, professores pelos conhecimentos partilhados e aos colegas de mestrado.

Em especial agradecimento ao meu orientador Prof. Dr. Manuel João Coelho e Silva, por acreditar no meu potencial e me dar a honra de trabalhar consigo.

Ao Mestre João Pedro Duarte, pelo grande apoio, força e sua grande prestação enquanto coorientador.

A associação Académica de Voleibol por me proporcionar um grande aprendizado enquanto estagiária.

Ao Clube União desportiva de Ourém, por acreditar no meu trabalho, e as minhas queridas atletas pela a grande convivência.

Agradeço ao meu melhor amigo, companheiro de todos os dias, o Mestre João Paulo Moreira pois sem a sua ajuda nada seria possível, obrigado por nunca me deixar desistir.

À vocês o meu eterno OBRIGADO!

## RESUMO

A exigência da contínua evolução das capacidades físicas e técnicas dos jogadores de voleibol visando a maximização do rendimento impõem a necessidade de aprofundar o saber acerca das determinantes e limitantes do rendimento desportivo. O objetivo do presente estudo foi caracterizar o perfil antropométrico, morfológico e a composição corporal estimada por diferentes métodos em jovens atletas de voleibol e analisar a associação existente entre a força isocinética, o tamanho corporal, o volume apendicular e ainda o desempenho muscular. A percentagem de massa gorda foi avaliada recorrendo a duas formulas propostas por Slaughter onde se obtiveram valores entre 23.5% e 26.7%. Na estimativa do volume total da coxa, as voleibolistas apresentam uma enorme variabilidade entre os 3.4 L e 8.5 L da coxa. O salto com contramovimento apresenta valores superiores (28.3 cm) comparativamente com os saltos sem contramovimento (25.2 cm). A capacidade de produção de força é maior a velocidade lenta de  $60^{\circ}.s^{-1}$  (138.1 N.m) relativamente aos resultados médios obtidos na velocidade de  $180^{\circ}.s^{-1}$  (91.9 N.m) o movimento concêntrico dos extensores em termos médios foram superiores ao momento de força decorrente da ação concêntrica dos flexores. Na produção de modelos preditivos da variabilidade inter-individual em voleibolistas adolescentes femininos os extensores do joelho, avaliados pelo dinamómetro isocinético a velocidade lenta  $60^{\circ}.s^{-1}$ , explicam 55.1%. Torna-se assim o modelo com maior poder explicativo de todo o presente estudo, sendo preditores o volume da coxa e a altura sentado. Quando analisados os extensores a uma velocidade mais rápida,  $180^{\circ}.s^{-1}$ , não só têm o maior valor preditivo da variância como também são estimados a partir de variáveis de massa gorda percentagem e massa corporal. Os programas de identificação de talentos em voleibol feminino devem considerar a impulsão vertical, agilidade e força do membro inferior.

**Palavras-chave:** Antropometria, Voleibol, Isocinético, Impulsão vertical

## ABSTRACT

The constant evolution of physical and technical abilities in volleyball players imposes the need to deepen the knowledge about the determinants and limits of athlete's performance. The aim of the current study was to characterize the anthropometric and morphological profile; body composition estimated by different methods and analyze the association between isokinetic strength, body size, appendicular volume and muscle performance. The percentage of fat mass was assessed using two formulas proposed by Slaughter, presenting values between 23.5% and 26.7%. In thigh total volume estimation an huge variability between 3.4 L and 8.5 L was found. The countermovement jump presented higher values (28.3 cm) compared with squat jump (25.2 cm). Maximum strength occurred in lower angular velocities,  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ , (138.1 Nm). Concentric movement of the knee extensor was higher than the knee flexors strength moment action. Producing predictive models of inter-individual variability in female volleyball players knee extensors, evaluated by isokinetic dynamometer at slow angular velocity  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ , explains 55.1% with two predictors: thigh volume and sitting height. When analyzed in an higher angular velocity,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ , knee extensors, had the greatest predictive value and the variance was also estimated from the percentage of fat mass and body weight variables. Talent identification programs in Women's volleyball should consider vertical jump, agility and lower limb strength.

**Keywords:** Anthropometry, Volleyball, Isokinetic, Vertical thrust



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina tri-fostato
BMC	Conteúdo mineral ósseo
BMD	Densidade mineral óssea
CP	Creatina- fostato
DP	Desvio padrão
DXA	Densitometria dupla energia
EJ	Extensores do joelho
FJ	Flexores do joelho
GC	Gordura Corporal
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de massa corporal
L	Lombar
MC	Massa corporal
MG	Massa gorda
Nm	Newtons metro
P	Pressão
pQCT	Tomográfica computadorizada quantitativa periférica
R	Coefficiente regressão múltipla
RM	Ressonância magnética
Rpm	Rotações por minuto
SE	Erro padrão
SEE	Erro padrão estimativa
V	Volume
VO2	Volume de oxigênio
%MG	Porcentagem de massa gorda

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Representação do rodízio dos jogadores das equipas no voleibol.....	9
------------------	---	---

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis de idade cronológica, anos após menarca e indicadores de treino.....	24
<b>Tabela 2:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis tamanho corporal.....	25
<b>Tabela 3:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis de pregas de gordura subcutânea.....	26
<b>Tabela 4:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para os indicadores de composição corporal estimadas pela equação de Slaughter et al. (1998) tendo como preditores as pregas de gordura tricipital e subescapular para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54).....	27
<b>Tabela 5:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para os indicadores de composição corporal estimadas pela equação de Slaughter et al. (1998) tendo como preditores as pregas de gordura tricipital e geminal medial para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54).....	28
<b>Tabela 6:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas simples e compostas do volume da coxa.....	29
<b>Tabela 7:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas de avaliação por pletismografia de ar deslocado, utilizando como recurso à fórmula de Lohman.....	30

<b>Tabela 8:</b>	Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas de avaliação da força (de preensão manual, impulsão e de dinamometria isocinética, às velocidades angulares de 60 e 180 graus por segundo, para a musculatura extensora e musculatura flexora da articulação do joelho, sempre em modo concêntrico .....	31
<b>Tabela 9:</b>	Modelo preditivo do desempenho na prova de força estática avaliada por dinamometria manual (Y) para a totalidade de voleibolistas femininas (n=54) .....	32
<b>Tabela 10:</b>	Modelo preditivo do desempenho nas provas de impulsão vertical utilizando protocolo de saltos sem e com contramovimento para a totalidade de voleibolistas femininas (n=54).....	33
<b>Tabela 11:</b>	Modelo preditivo da produção de força isocinética dos extensores do joelho nas velocidades de 60 <sup>a</sup> . s <sup>-1</sup> e 180 <sup>a</sup> . s <sup>-1</sup> em voleibolistas femininas (n=54).....	34
<b>Tabela 12:</b>	Modelo preditivo de produção de força isocinética dos flexores do joelho, as velocidades de 60 <sup>o</sup> .s <sup>-1</sup> e 180 <sup>o</sup> .s <sup>-1</sup> em voleibolistas femininas (n=54).....	35

## LISTA DAS EQUAÇÕES

<b>Equação 1:</b> Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda tendo como preditores as pregas de gordura subcutânea tricipital e geminal medial.....	17
<b>Equação 2:</b> Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda tendo como preditores as pregas de gordura subcutânea tricipital e subescapular.....	17
<b>Equação 3:</b> Fórmula para prever o volume do segmento.....	18
<b>Equação 4:</b> Fórmula para obter áreas de perna de determinados planos transversais.....	19

## ÍNDICE

### **CAPÍTULO 1**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. PREÂMBULO .....	1
1.2. PERTINÊNCIA DO ESTUDO.....	4

### **CAPÍTULO 2**

<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	6
2.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	7
2.2. PLETISMOGRAFIA POR DESLOCAMENTO DE AR.....	8
2.4. CARACTERIZAÇÃO DO DESPORTO.....	9
2.5. CARACTERIZAÇÃO DO ATLETA DE VOLEIBOL.....	11

### **CAPÍTULO 3**

<b>3. METODOLOGIA</b> .....	13
3.1. AMOSTRA.....	13
3.2. VARIÁVEIS.....	14
3.2.1. Idade cronológica, idade da menarca e tempo de treino.....	14
3.2.2. Medidas antropométricas.....	14
3.2.2.1 Tamanho corporal.....	15
3.2.2.2 Pregas de gordura subcutânea.....	16
3.2.2.3 Composição corporal.....	17
3.2.2.3 Volume apendicular da coxa.....	18
3.2.3 PERFORMANCE.....	19
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS .....	21

### **CAPÍTULO 4:**

<b>4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	22
---	----

### **CAPÍTULO 5:**

<b>5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	36
--	----

<b>CAPÍTULO 6:</b>	
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 7:</b>	
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO 8:</b>	
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

# **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

## **1.1. Preâmbulo**

Criado nos Estados Unidos em 1895 por um diretor de Educação Física da Associação Cristã de Moços em *Massachusetts*, o voleibol teve como objetivo proporcionar grande movimentação e, ao mesmo tempo, reduzir o contato físico entre jogadores para minimizar as lesões. Foi inicialmente pensado para ser praticado por pessoas com idade mais avançada (Bizzocchi, 2000). A mudança das regras ao longo dos anos, gerou uma preocupação sobre a condição de exigência física do atleta. Tal mudança reduziu o tempo de jogo e impôs maior dinâmica a ponto de exigir a predominância sequencial de ações motoras caracterizadas pela potência, impondo a necessidade do desenvolvimento sistema anaeróbico alático, bem como de uma melhor capacidade de recuperação (Cordeiro, Consenza, & Albergaria, 1999).

Em comparação a outros desportos, o voleibol foi à modalidade que mais modificou as suas regras nos últimos anos. Tais modificações associadas ao desejo de máximo desempenho impulsionaram uma preocupação constante no ambiente acadêmico e prático, culminando em uma crescente produção científica e tecnológica atrelada ao voleibol, o que tem proporcionado melhores condições de treino e resultados (Ribeiro, 2004).

Observa-se a expressiva preocupação com a seleção de talentos. Esta permite a renovação das categorias adultas, com capacidade para oferecer uma equipe reserva jovem para as competições nacionais e internacionais (Fonseca, Fernandes, & Fernandes, 2010). O processo de seleção de talentos dentro do desporto inclui as



avaliações de variáveis antropométricas, psicológicas, condicionamento físico entre outras variáveis que possam avaliar o desempenho (Fernandes, 2003). O resultado da avaliação dessas variáveis identifica dentro do desporto o modelo de atleta para ajudar no processo de seleção, junto com os escores obtidos do atleta e a qualificação do atleta nos testes realizados inicialmente e em longo prazo (Filin & Volkov, 1998).

Como características especiais do voleibol atual, destacam-se a sua essencial necessidade de participação coletiva, exigência técnica apurada para não permitir o contato da bola com o chão (Borsari, 2001). Os elementos que compõem o voleibol caracterizam-se pelo grande volume de jogo, com *rallies* que podem ter uma média de duração entre 0 a 10s (Hespanhol, 2008), tendo os *sets* a média de duração de 20 minutos (Oliveira, 1998) e as partidas com 3, 4 e 5 *sets* podem ter durações respectivamente 71.6, 74.4 e 105.2 minutos (Lopes, Chagas Neto, Campos, Silveira, & Rocha, 2003). Em relação à densidade do jogo referindo-se a relação esforço e pausa a proporção é de 10 a 20 segundos entre *rallies* e período de pausa (Hasegawa et al., 2004; Bizzocchi, 2005). É marcante durante o jogo a exigência sobre a capacidade do saltar, da impulsão vertical e da potência muscular nos membros inferiores para suportar a intensidade de uma média de 250 a 300 execuções máximas de saltos por partida, sendo que mais de 50% destes são saltos verticais (Iglesias, 1994; Hasegawa et al., 2004; Ugrinowitsch, 2000).

O Desporto moderno conduziu a atenção de investigadores da ciência do desporto para os aspectos fundamentais da excelência do rendimento desportivo, identificando os mais diversificados traços morfofuncionais dos atletas, junto com os meios e métodos de treino mais eficazes na aquisição e para a manutenção de um nível elevado de rendimento que possibilite uma maior garantia de sucesso competitivo (Faria, 2006).

O voleibol apresenta várias condicionantes, que fazem aumentar o grau de complexidade do jogo, tais como o limite de três toques por equipe e de dois consecutivos pelo mesmo jogador em uma jogada, a rotação obrigatória dos

jogadores passem por todas as posições (com exceção do jogador líbero, com especialidade nas ações de recepção), a impossibilidade de agarrar a bola, reforçada ainda com a elevada velocidade e grande dinamicidade do jogo (Faria, 2009, Moutinho, 2000). No âmbito profissional torna-se cada vez mais exigente do ponto de vista fisiológico (Cardinal, 1987). A exigência da contínua evolução das capacidades físicas e técnicas dos jogadores visando à maximização do rendimento, impuseram a necessidade de um aprofundamento do saber sobre os fatores determinantes e limitantes do rendimento desportivo (Simões, 2007).

Diversos estudos mostram a importância da avaliação antropométrica e do desempenho motor como essenciais para alcançar-se o alto rendimento, tendo essas variantes como monitorização dos treinos para minimizar os possíveis erros. A variável estatura entra como fator decisivo e indispensável para se alcançar o alto nível no voleibol (Silva, Bohme, Uezu, & Massa, 2003).

Os níveis de tecidos da composição corporal incluem o tecido adiposo, tecido muscular (estriado, que inclui os subtipos musculoesquelético e o músculo cardíaco; e liso), o tecido ósseo, o tecido visceral e o tecido nervoso (Gonçalves, 2010). A componente musculoesquelética tem grande interesse em estudos da performance dos atletas ou em estudos de manutenção da massa corporal em humanos. 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 (Parizková, 1982).

A investigação na área das Ciências do Desporto, no âmbito da avaliação da composição corporal em atletas possui uma significativa importância para a evolução do desenvolvimento da performance e saúde do atleta. Sendo o Voleibol uma das modalidades com um número grande de praticantes em todo o mundo e pela importância que assume, no mundo do Desporto atual, tem constituído alvo de

análise no campo da investigação científica. A nível nacional, essa necessidade é acrescida pelo fato de há uns anos a esta parte se ter registado um aumento significativo do número de praticantes, o que culminou numa preocupação crescente da estruturação do processo de formação dos jovens praticantes (a criação de centros de formação regionais e o trabalho que atualmente se realiza a nível das seleções regionais e nacionais dos escalões jovens, é exemplo disso). Esta análise funcional da composição corporal vai em primeiro lugar para a construção de modelos alométricos de eficiência motora, para cada uma das variáveis de desempenho considerando "descritores de tamanho" de todo o corpo e regional. Face ao exposto e tendo sido observados a grande quantidade de dispersão das informações sobre as determinantes do desempenho, e da exigência fisiológica do voleibol que dependem de um conjunto de preditores, da composição corporal, antropométrica, e capacidades físicas. Este estudo teve o propósito de pesquisar e identificar os indicadores antropométricos, funcionais e de desempenho da força em jovens atletas do sexo feminino de voleibol. Mas especificamente este estudo será efetuado: 1) caracterização do perfil antropométrico, morfológico e de composição corporal estimada por diferentes métodos em jovens atletas de voleibol; 2) Analisar a associação existente entre a força isocinética, o tamanho corporal, o volume apendicular e ainda o desempenho muscular em dois testes: força geral avaliada por dinamometria manual e força específica decorrente da prova de impulsão vertical com e sem contramovimento.

## **1.2. Pertinência do estudo**

O desenvolvimento do voleibol em Portugal, tem vindo a crescer ao longo dos anos, no que diz respeito a participação das seleções nacionais em competições a nível mundial, assim como o número de adeptos também tem vindo a aumentar de norte a sul do país. As ciências do desporto e a comunidade científica deve acompanhar a evolução desta modalidade, para dar maior suporte nas premissas das diversas áreas estudadas possíveis, psicologia, periodização tática, aprimoramento técnico, nutrição entre outras áreas. A área de avaliação da composição corporal, e das qualidades

físicas de força por diversos métodos utilizando a pletismografia e o isocinético tem sido pouco estudada, principalmente nas categorias de formação com jovens atletas. Partindo desta justificação, sentiu-se a real necessidade para desenvolver uma pesquisa na área da avaliação da composição corporal, antropometria e capacidades físicas por diversos métodos. Contribuindo assim para as ciências do desporto, sabendo-se a importância de se avaliar estes preditores, para uma maior compreensão do perfil ideal de uma atleta de voleibol para o alcance de níveis de performance elevados e com maximização dos objetivos futuros na modalidade.

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

Tem sido reconhecido que em muitos desportos e modalidades desportivas há particularidades e características físicas específicas dos atletas para atender as necessidades/exigências de cada desporto. Afirma-se, portanto, que os aspectos morfológicos de um atleta podem ter grande influência no seu nível de qualificação, mostrando tipos físicos adequados para cada modalidade (Heath Carter, 1990).

As medidas antropométricas ajudam a identificar um padrão referencial de um atleta em geral e, por conseguinte, padrões específicos de cada modalidade. Assim, a avaliação antropométrica serve para a detectar precocemente atletas que atendam a um perfil desejado. Por medidas antropométricas entende-se o peso, a estatura, os comprimentos e perímetros corporais, os diâmetros ósseos, a espessura de dobras cutâneas (Soares & Paula, 2006). Já a caracterização antropométrica consiste na descrição destas medidas e das inferências relativas à forma, proporção, composição corporal e somatotipia (Norton & Olds 2005; Fernandes, 2003).

Sabendo-se que o exercício físico é recomendado para um aumento da massa óssea principalmente em indivíduos jovens com um intuito de prevenção no futuro contra a osteoporose. Os resultados de novos estudos sugerem que a atividade física vigorosa de alto impacto têm maiores resultados com relação a densidade mineral óssea (BMD) em jovens, como por exemplo o voleibol, a ginástica, a patinagem no gelo e Judo. Os benefícios da prática destes exercícios iniciados no período de maturação esquelética pode trazer ganhos até a vida adulta e para o envelhecimento. (Courteix, Lespessailles, Jafre, Obert, & Benhamou, 1999).

## 2.1. Composição Corporal

A composição corporal em certa medida representa relações dos componentes estruturais do corpo humano e sofre alterações durante toda a vida por diversos fatores como crescimento, desenvolvimento e nível de atividade física (De Rose, 2006). Apresenta uma estreita relação com o ambiente desportivo, uma vez que as preparações, principalmente física e nutricional, influenciam os valores de massa magra e massa gorda do atleta (Costa, 2001). Entre as características antropométricas expressas por um indivíduo, a composição corporal tem se destacado, por exemplo, na seleção dos perfis de atletas para o alto rendimento desportivo. Relativo à composição corporal, normalmente o índice mais referido e o mais recomendado e fidedigno é o percentual de gordura corporal (Fernandes, 2003), sendo também importante a massa magra e a isenta de gordura.

A avaliação da composição corporal feita rotineiramente 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 desportivas (Åstrand & Rodahl, 1980). A composição corporal é a quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano (Malina, 2004), sendo eles: músculo, osso e gordura (McArdle & Katch, 2008). A utilização de estudos sobre os parâmetros da composição corporal justifica-se à medida que o desenvolvimento das avaliações mais criteriosas sobre os efeitos de qualquer tipo de programa de atividade motora, acompanhado ou não de dietas alimentares (Guedes, 1994). Pode ser fracionada também em quatro componente do ponto de vista bioquímico, sendo eles uma soma parcial da massa dos lipídeos, água, proteínas e mineral que constituem a massa corporal (Lohman, 1992).

A estimativa da composição corporal em jovens atletas possui pressupostos específicos para as fases de crescimentos, estes indicadores principais da

composição corporal (densidade, água, mineral e potássio) podem ser determinados com um grande nível de precisão (Lohman, 1989). A percentagem dos níveis da gordura corporal em atletas do sexo feminino são sugeridos 12% GC e 16% GC, dependendo da modalidade desportiva praticada. Percentagens de gordura corporal abaixo dos 16% em atletas, muitas vezes é acompanhado da amenorréia (menos de 3 menstruações por ano), nestes casos as atletas tem diminuição significativa do conteúdo mineral ósseo (Lohman, 1992).

## **2.2. Pletismografia por deslocamento de ar**

O princípio corporal 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. (Bosy-Westphal et al., 2005) estudaram as “correções em pletismografia específicas em crianças” tendo em consideração a tendência ou influência desfavorável das fórmulas para adultos. O BOD POD® determina o volume corporal através de um método de deslocamento de ar. Um elemento perturbador do volume (diafragma amovível) está montado na parede comum que separa as duas câmaras do aparelho. Quando o diafragma é oscilado, por controlo, a partir do computador, produz perturbações complementares do volume nas duas câmaras (iguais em magnitude mas de sinal contrário). Estas perturbações produzem muito pequenas flutuações de pressão, que são analisadas em relação ao volume da câmara. Uma vez que o sujeito reduz o volume da câmara através do seu próprio volume corporal, é possível determinar o volume corporal por subtração entre o volume da câmara vazia com o mesmo volume com o sujeito dentro. 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, 2005). Após a determinação do volume corporal é possível aplicar os princípios de densitometria para calcular a composição

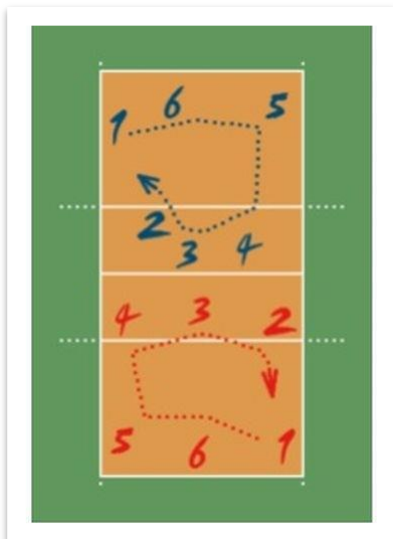
corporal em que:

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

### 2.3. Caracterização do desporto

O termo *volleyball* é resultante da associação da palavra *voleé* (vôo em francês) com a palavra *ball* (bola em inglês). O verbo *to volley* significa em inglês rebater a bola no ar. Na língua portuguesa o termo voleibol é utilizado em comum para as duas modalidades que dividem o desporto, a de pavilhão ou *indoor* e a de praia, praticada num campo de areia (Vieira & Freitas, 2007). As dimensões do campo são 18 metros de comprimento e 9 metros de largura. O comprimento é dividido ao meio por uma rede que tem a altura de 2,24 metros para a categoria feminina e 2,45 metros para a categoria masculina. Entre o centro do campo e a linha de fundo existe a linha dos 3 metros que define a zona de ataque e a zona de defesa. (Guilherme, 1979; Borsari, 1989).

No voleibol *indoor* joga-se com seis participantes em cada lado. Conforme observado na figura 1, o posicionamento dos jogadores em campo segue um esquema de rotação, onde as ações individuais condicionam as ações coletivas, de modo que as pequenas mudanças conduzem as grandes mudanças reorganizando o sistema constantemente (Gréhaigne et al., 2010).





**Figura 1.** Representação da rotação dos jogadores nas equipas de voleibol. Fonte: portaldoprofessor.mec.gov.br com suas dimensões.

A dinâmica do voleibol é caracterizada pelos referidos *rallies*, resultantes do árduo trabalho da defesa em proporcionar a manutenção da bola em jogo, ou seja, sem que caia ao chão. Durante o jogo o padrão de movimento é ordinariamente de esforços intensos e de curta duração (de fração ou de poucos segundos), seguidos por pausa ou movimentos menos intensos que possibilitam uma relativa recuperação Smith, Roberts e Watson (1992). Assim, o voleibol é um jogo de ação rápida e explosiva, de movimentação constante e de exigência de elevada impulsão, agilidade, habilidade técnica específica e força explosiva (Carvalho, Antunes, & Carvalho, 2007), e é baseado em seis fundamentos: serviço, recepção, passe, remate, bloco e defesa. Entre estas variáveis, destaca-se no voleibol a habilidade do salto vertical como sendo determinante no desempenho das partidas. Neste caso, o desempenho do salto vertical está intimamente ligado ao rendimento desportivo do atleta, sendo um fator determinante na execução do movimento de remate, bloco, serviço em suspensão e passe (Piucco & Santos, 2009). No que concerne às considerações metabólicas, o voleibol possui característica de ser um desporto intermitente, onde exige que os jogadores participem de sessões de curta duração com exercícios de alta intensidade seguidos por períodos de baixa intensidade (Kunstlinger, Ludwig, & Syegemann, 1987). Os momentos de remate são considerados de alta intensidade, junto com a duração da partida, exigem dos jogadores um sistema aeróbio e anaeróbio aláctico (ATP-CP) bem desenvolvido e com uma ótima potência aeróbia máxima ( $VO_{2máx}$ ) (Polgaze & Dawson, 1992; Viitasalo et al., 1987). Considera-se o voleibol um desporto de contato com a bola e com ações que requerem essencialmente agilidade e precisão nos movimentos, como a velocidade de reação: nos fundamentos como a defesa, o deslocamento de bloco a recepção, a velocidade de execução do remate e o serviço (Jacquemoud, 1991).

A duração do jogo combinado ao curto tempo de recuperação, teoricamente significa que o sistema de fosfato não seria utilizado para abastecer as necessidades de energia do desempenho criando-se uma alta necessidade de desenvolver as vias glicolíticas para produção de energia (Sheppard et al., 2010; Schaal, 2011). Cabe ressaltar que o treino refletirá como uma forte influência para a evolução técnica e tática do voleibol, uma vez que tanto a técnica, quanto à tática são dependentes de características funcionais fortemente modificadas pelo treino (Viitasalo et al., 1987). O desempenho com êxito individual de participação em cada atleta pressupõe a junção de um conjunto de características individualizadas que interagem de modo a produzir um perfil multidimensional único de cada atleta, atendendo as exigências do jogo (Eom & Schutz, 1992).

#### **2.4. Caracterização do atleta de voleibol**

Tem-se reconhecido que em muitos desportos há particularidades e características físicas específicas dos atletas para atender as necessidades/exigências de cada modalidade. Afirma-se, portanto, que os aspectos morfológicos de um atleta podem ter grande influência no seu nível de qualificação, mostrando vários biótipos físicos adequados para cada modalidade (Heath & Carter, 1990). As medidas antropométricas ajudam a identificar um padrão referencial de um atleta em geral e, por conseguinte, padrões específicos para cada desporto. O conhecimento da massa corporal (muitas vezes referida como peso) no voleibol é particularmente importante, pois o seu excesso pode ser fator determinante no desempenho do salto do atleta, já que causa diminuição da aceleração (Lorenzo & Chamorro, 2004).

Da mesma forma, um dos fatores físicos mais importantes e determinantes do desempenho no voleibol é a estatura, que pode inclusive modificar totalmente o esquema tático de jogo. De forma direta, a altura máxima alcançada no remate ou no bloco é dependente da estatura do atleta (Papadopolou, 2002), sendo referido por Bojikian e Bohme (2008) que as seleções com jogadores mais altos aquelas de maior sucesso mundial. Dentre as características antropométricas expressas por um

indivíduo, a composição corporal tem se destacado, por exemplo, na seleção de perfis de indivíduos para o alto rendimento desportivo. Relativo à composição corporal, normalmente o índice mais referido e o mais recomendado e fidedigno é o percentual de gordura corporal (Fernandes 2003), sendo também importante a massa magra e a isenta de gordura.

Especificamente no voleibol, o monitoramento contínuo da composição corporal pode afetar de forma positiva o desempenho ligado a aptidão física dos atletas (Malá, Maly, Záhalka, & Bunc, 2010). Nestes, a composição corporal deve possuir uma baixa quantidade de tecido adiposo, pois o desempenho nos constantes saltos e a demanda energética de uma partida pode ser negativamente influenciado pelo peso do tecido adiposo (Reilly, 1996). Cabe destacar que a quantidade de massa isenta de gordura de atletas de voleibol é superior a indivíduos não atletas, o que propicia um melhor desempenho. Tal variável está intimamente relacionada com os parâmetros fisiológicos como o consumo de oxigênio, o débito cardíaco e a capacidade cardíaca (Pařízková, 1977). Quanto aos aspectos musculares, a predominância de fibras do tipo IIa e IIb é o preferido para o atleta de voleibol, devido ao aumento da capacidade de produção de força, maior expressão do tamanho muscular e especialização da via glicolítica (Schall, 2011). No que concerne às considerações metabólicas, o voleibol possui característica de ser um desporto intermitente, onde exige que os jogadores participem de sessões de curta duração com exercícios de alta intensidade seguidos por períodos de baixa intensidade (Kunstlinger, Ludwig & Syegemann, 1987). Segundo Silva et al., (2003), o perfil do jogador de voleibol deve ser alto, agil, possuir envergadura e altura de alcance elevada, com baixa gordura corporal

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGIA**

O estudo seguiu as normas éticas estabelecidas para investigação científica em medicina desportiva (Harris & Hill, 2009). A participação foi voluntária, tendo sido requisitado aos encarregados de educação uma declaração de consentimento escrito. Também as respectivas entidades desportivas foram informada acerca de todo o procedimento experimental, tendo concordado em participar na investigação. As avaliações foram efectuadas nas instalações da *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra*, isto é, no *Pavilhão III do Estádio Universitário de Coimbra* e *Laboratório de Biocinética*. Os observados apresentaram-se no pavilhão III do *Estádio Universitário de Coimbra* equipados como se fossem para uma sessão de treino. A avaliação teve início no laboratório com medição da massa corporal, estatura e altura sentado sempre efectuadas pelo mesmo observador, o antropometrista que tinha procedido às restantes avaliações antropométricas.

### **3.1 Amostra**

O presente estudo compreende uma amostra de 54 voleibolistas femininas com experiência federada, ( $16.8 \pm 1.1$ ), abrangendo atletas da associação académica de Coimbra e da união desportiva de Ourém a competir nos campeonatos regional e nacional. À data da realização do presente estudo, todas as atletas avaliadas já tinham atingido a menarca.

### **3.2 Variáveis**

A avaliação das atletas compreendeu a recolha de variáveis cronológicas (idade e anos após menarca), de prática desportiva (sessões de treino e número de jogos federados), de tamanho corporal (estatura, altura sentado, envergadura e massa corporal), adiposidade (pregas de gordura subcutânea), de composição corporal (massa gorda e massa isenta de gordura, expressas em percentagem e quilogramas), apendiculares da coxa (variáveis simples e compostas (volumes), de performance (força: dinamometria manual e isocinética do membro inferior dominante; impulsão: salto com e sem contramovimento).

#### **3.2.1. Idade cronológica, idade da menarca e tempo de treino (cronovariáveis)**

Paralelamente às avaliações laboratoriais foram recolhidas informações relativas à participação federada desportiva das jovens voleibolistas bem como da ocorrência da menarca (anos após ocorrência da mesma). Assim, foi recolhida a informação relativa ao número de anos (épocas desportivas) de prática formal na modalidade; o número de sessões de treino (número de sessões de treino realizadas por cada uma das atletas durante a época desportiva); o número de jogos realizados (número de jogos que cada atleta realizou durante a época desportiva). Os dados correspondem ao período anterior às avaliações e foram recolhidas com a colaboração dos técnicos de cada grupo / equipa.

#### **3.2.2. Medidas antropométricas**

A antropometria pressupõe o uso de referências cuidadosamente definidas e descritas para a standardização dos procedimentos de medida, utilizando instrumentos apropriados e em boas condições.

### **3.2.2.1 Tamanho corporal**

Estatuta: A estatura foi medida através de um estadiómetro “Harpenden”, modelo 98.603. Os valores foram expressos em centímetros com aproximação às décimas. Para a aferição da estatura, as atletas foram observadas na posição de pé, imóveis e descalças, apenas com calções e top desportivo. Encostadas ao estadiómetro, mantiveram a posição anatómica de referência com os membros superiores naturalmente ao lado do tronco. Imediatamente após inspiração profunda, com a cabeça ajustada pelo observador orientando corretamente o Plano Horizontal de Frankfurt.

Altura sentado: Utilizou-se um estadiómetro com banco acoplado (Sitting Height Table: Harpenden, Holtain, Ltd). As atleta observadas estavam na posição sentada, as referências antropométricas foram as descritos para a estatura.

Envergadura: As atletas mantiveram o tórax em contacto com uma superfície fixa. Os ombros em abdução formando um ângulo de 90º em relação ao tronco, os cotovelos em extensão e as mãos em supinação, mediu-se o comprimento entre um e outro *dactylion*, ou seja, entre uma e outra extremidade distal dos dedos médios.

Massa corporal: A massa corporal foi medida através de uma balança SECA (modelo 707), a qual tem um grau de precisão de 0.1 kg e os dados foram expressos em quilogramas (kg). As atletas realizaram a medição descalças, com calções e top desportivo. Cada uma, após subir para a balança, manteve o olhar horizontal na posição anatómica de referência.

### **3.2.2.2 Pregas de gordura subcutânea**

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 observador.

Tricipital (tric): A prega de gordura tricipital assume uma orientação vertical na face posterior do braço, a meia distância entre os pontos acromial do 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. Trata-se de uma prega vertical.

Subescapular (sub): Esta prega assume uma orientação oblíqua dirigida inferior e lateralmente. É medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do bordo inferior e interno da omoplata.

Suprailíaca: A prega suprailíaca situa-se 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).

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

Crural anterior: Medida na linha média da face anterior da coxa ao nível da medição da circunferência no 1/3 médio da coxa. A atleta observada estava na posição sentada, sem que a superfície de apoio contribua para a compressão da massa muscular na região média da coxa.

Geminal medial (glm): Prega vertical medida na coxa com a articulação do joelho a 90°, na zona de maior perímetro (prega vertical).

### 3.2.2.3 Composição corporal

A composição corporal foi avaliada recorrendo a dois métodos distintos. Uma medida indireta composta, equação de Slaughter et al. (1998) e uma medida de avaliação direta: pletismografia de ar deslocado (*BOD POD®*, 2006). A percentagem de massa gorda (%MG) calculada através da equação proposta por Slaughter et al. (1988) foi estimada através de duas formulas distintas considerando, para cada equação, duas pregas de gordura subcutânea distintas:

$$\%MG = 0.610 (\text{tric} + \text{glm}) + 5.1$$

[**Equação 1:** Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda tendo como preditores as pregas de gordura subcutânea tricipital e geminal medial]

$$\%MG = 0.546 (\text{tric} + \text{sub}) + 9.7$$

[**Equação 2:** Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda tendo como preditores as pregas de gordura subcutânea tricipital e subescapular]

#### Pletismografia de ar deslocado

A pletismografia de ar deslocado (*BOD POD Composition System, model Bod Pod 2006, Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA*) é composta por uma câmara dupla, uma balança electrónica acoplada ao computador e um software (versão 3.2.5). Quando o diafragma é oscilado, por controlo, a partir do computador produz perturbações complementares do volume nas duas câmaras. O sujeito reduz o volume da câmara através da sua própria massa corporal, sendo possível medir o volume corporal por subtração do volume da câmara vazia e da câmara com o sujeito. O período de avaliação considera as condições isotérmicas, devido ao ganho e perda de calor nas condições em que o ar é mais compreensível. A unidade foi calibrada usando dois pontos como base nas instruções do fabricante. Antes de cada ensaio, o BOD POD foi calibrado usando um cilindro de 50.255 L. Todas as atletas foram



testadas, enquanto vestidas com roupa interior de licra justa e uma touca de natação, como recomendado pelo fabricante. Dois ensaios foram realizados para cada voleibolista. As atletas sentaram-se calmamente na câmara, o volume corporal foi então medido. Quando as duas medidas foram inconstantes, foi necessário uma terceira avaliação (McCroy, Gomez, Bernauer & Mole, 1995). O volume médio de ar nos pulmões e no tórax durante a respiração normal de corrente (volume de gás torácico) foi predito. A equação utilizada foi a de Lohman (1992). A densidade corporal foi calculada e usada para estimar a gordura percentual usando as constantes específicas da idade e sexo. A percentagem de gordura foi por sua vez, convertida em massa gorda (MG); a massa isenta de gordura (MLG) será estimada pela subtração.

### **3.2.2.3 Volume apendicular da coxa**

A estimativa antropométrica do volume total da coxa no membro inferior dominante foi calculada com recurso a três circunferências e comprimentos parciais. A técnica de partição, da coxa em dois segmentos, assemelha-se a cones truncados. As circunferências foram medidas no sulco do glúteo (circunferência proximal), meio da coxa (circunferência maximal) e acima da patela (circunferência distal). Os comprimentos entre as circunferências consecutivas, também foi medido (comprimento maximal e distal). Foram ainda medidas duas pregas de gordura subcutânea na parte anterior e posterior da coxa, na mesma linha da circunferência maximal. O cálculo do volume do cone truncado assumido irá baseou-se na sequência da equação (Jones & Pearson, 1969):

$$V = [A1 + A2 + (A1 \times A2)^{0.5}] \times h / 3$$

[Equação 3: Fórmula para prever o volume do segmento]

Em que A1 e A2 são as áreas nas secções proximais e distais que definem o cone truncado, e h é a distância entre os dois planos transversais. As áreas (A1 e A2) foi derivada da circunferências da perna (C) da seguinte forma:

$$A = C^2/4\pi$$

[Equação 4: Fórmula para obter áreas de perna de determinados planos transversais]

Todas as equações foram inseridas num software amplamente disponível (Microsoft Office Excel, 2010).

### 3.2.3 Performance

#### Dinamometria manual

A prova é realizada com um dinamómetro mecânico (*Hand Dynamometer – Lafayette model 78010, USA*) no membro superior dominante. A prensão manual máxima foi efetuada sem haver qualquer contacto com o corpo e o registo do resultado expresso em quilogramas. Este teste foi utilizado na bateria de teste do projeto FACDEX (Sobral & Marques, 1991).

#### Impulsão – Força explosiva dos membros inferiores

Para a avaliação da força explosiva dos membros inferiores foram utilizados dois protocolos de saltos verticais (Bosco, 1987) utilizando o OptoJump (MicroGate).

a) Salto sem contramovimento (*Squat Jump*): As atletas realizaram o teste calçadas entre os feixes do equipamento com o peso distribuído uniformemente sobre os dois pés colocados à largura dos ombros. As mãos foram colocadas sobre os quadris durante todo o teste. As atletas realizaram um agachamento mantendo os joelhos fletidos a 90 graus e o tronco reto. O salto realiza-se verticalmente, o mais alto possível, sendo a recepção ao solo feita com os dois pés ao mesmo tempo. É registado a melhor pontuação das duas tentativas.

b) Salto com contramovimento (*Counter movement jump*): O protocolo de teste replicou as instruções dadas do teste sem contramovimento, realizando o agachamento de forma dinâmica, aproveitando assim o ciclo muscular alongamento – encurtamento. Durante a realização do teste as mãos são igualmente mantidas sobre o quadril. Realizaram-se duas repetições registrando-se a melhor.

### Dinamometria isocinética

A avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho foi efetuada com recurso a um dinamómetro calibrado (Biodex System 3, Shirley, NY, USA) à velocidade angular de 60°/s e 180°/s. Têm sido descritas reservas quanto a utilização de velocidades elevadas em populações pubertárias (De Ste Croix, Deighan & Armstrong, 2003). Assim, o presente estudo, adotou a velocidade de 60°/s e 180°/s, de modo a ser avaliada a ação muscular concêntrica da articulação do joelho, representativa dos movimentos de extensão e flexão. As atletas foram colocadas em posição sentada ajustada de acordo com as especificações dadas pelo fornecedor do dinamómetro, numa postura de 85° de flexão da anca. O braço de alavanca é alinhado com o epicôndilo lateral do joelho e a cinta de fixação na articulação tibiotársica é colocada aproximadamente entre três a cinco centímetros dos maléolos tibiais. A amplitude de movimento é estabelecida a partir da posição de extensão máxima voluntária (0°) até à posição de flexão a 90°. Realizou-se a correção da ação da gravidade através da pesagem do membro inferior relaxado. As atletas foram instruídas para colocarem as mãos nos ombros durante a totalidade do teste. No movimento de extensão foi dito às atletas que empurrassem o braço da alavanca e, durante a flexão, que o puxassem. Para as duas velocidades foi solicitado a realização de esforço voluntário máximo, com as atletas a efetuarem três repetições de teste / familiarização seguidas de cinco repetições máximas contínuas, com um período de recuperação de 60 segundos. O mesmo período foi aplicado entre cada velocidade. Sem qualquer estímulo verbal, durante o teste, foi dada uma

informação visual sobre o momento de força instantâneo pelo tempo (Baltzopoulos, Williams, & Brodie 1991). Os momentos de força máxima na extensão e flexão, são registadas e expressas em Newton-metro (Nm). Antes do início de cada teste, as atletas efetuaram um aquecimento de cinco minutos em cicloergómetro (Monark 814E, Varberg, Sweden) a 60 rpm (rotação por minuto), seguido de dois minutos de alongamentos estáticos dos grupos musculares quadricípites, isquiotibiais e adutores. Posteriormente procedeu-se à filtragem dos *outputs* e suavização das curvas com recurso ao programa *AcqKnowledge*, versão 4.1 (Biopac Systems, Inc.).

### **3.3 Análise estatística de dados**

Recorreu-se à estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54). Utilizou-se ainda a regressão linear múltipla para estimar o contributo relativo das variáveis de treino, tamanho e composição corporal na variação da produção de força pelos extensores e flexores do joelho no membro inferior. O nível de significância estatística foi definido a 0.05. Toda a análise estatística foi tratada com o *software* informático *Statistical Program for Social Sciences* – SPSS, versão 22.0 para o sistema operativo MAC OS X.

Foi elaborada a estatística descritiva para a totalidade da amostra, nomeadamente no que respeita aos parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude). O mesmo procedimento foi concretizado para os subgrupos significativos da amostra. O nível de significância será mantido em 5%, valor estabelecido para ciências sociais e comportamentais. Para tal, será utilizado o *software* informático “Statistical Program for Social Sciences – SPSS”.

## **CAPÍTULO 4:**

### **APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

A estatística descritiva (média  $\pm$  desvio padrão), para a totalidade da amostra encontra-se sumariada na Tabela 1 apresenta valores para a idade cronológica de  $16.8 \pm 1.1$  anos, para anos após a menarca  $4.2 \pm 1.3$  anos. As atletas apresentaram valores para os anos de treino  $4.1 \pm 2.1$  números. O número de sessões de treino apresentou para a amostra valores de  $89 \pm 24$ . A quantidade de jogos  $19.9 \pm 9.4$  números em uma época desportiva.

Para as variáveis de tamanho corporal podemos verificar na Tabela 2 a amostra apresenta valores para média  $\pm$  desvio padrão para a estatura corporal  $165.3 \pm 5.7$  em centímetros (cm), uma altura sentado  $87.9 \pm 2.9$  cm, para a envergadura  $166.3 \pm 5.7$ cm e massa corporal  $60.9 \pm 9.2$  em quilogramas.

Na Tabela 4 para os indicadores de composição corporal, tendo como preditores as pregas de gordura tricipital e subescapular utilizou-se a equação de Slaughter, as atletas apresentaram valores médios em percentagem para massa gorda e isenta de gordura equivalentes em  $26.7 \pm 3.5\%$ ,  $73.3 \pm 3.5\%$ . Convertido para unidade de medida em quilogramas os valores encontrados foram respectivamente  $16.5 \pm 4.4$  kg ,  $44.4 \pm 5.4$  kg .

Encontra-se na Tabela 5 os indicadores da composição corporal, para as pregas de gordura tricipital e geminal medial como preditores para a massa gorda e isenta de gordura expressas em percentagem e quilogramas para a mesma equação da tabela 5. Os valores para a média e desvio padrão  $23.5 \pm 6.8\%$ ,  $76.5 \pm 6.8\%$  ,  $14.7 \pm 6.4$ kg ,  $46.2 \pm 4.8$  kg.

A avaliação das medidas de composição corporal através do método de pletismografia por ar deslocado, na tabela 7 para a massa corporal total, a massa gorda e isenta de gordura encontrou-se valores médios para quilogramas  $61.0 \pm 9.1$  kg,  $13.2 \pm 6.0$  kg,  $47.7 \pm 5.2$  kg. As mesmas variáveis com exceção para a massa corporal estão expressas em valores percentuais respectivos  $21.0 \pm 6.7\%$  ,  $78.7 \pm 6.7\%$ . Os volumes corporal e torácico mostraram valores médios em litros  $58.4 \pm 9.4$ L,  $2.8 \pm 0.3$  L. Estes valores foram obtidos através da equação de Lohman.

A avaliação da força para dinamometria manual direita e esquerda apresenta valores médios e de desvio padrão  $29.1 \pm 4.6$  kg,  $28.8 \pm 4.0$  kg demonstrados na tabela 8. Ainda na tabela 8 verifica-se a análise da impulsão através dos saltos com contramovimento e sem contramovimento expressos em centímetros e segundos. As atletas mostraram valores médios respectivos  $28.3 \pm 5.2$  cm,  $25.2 \pm 4.0$  cm,  $0.45 \pm 0.04$  s,  $0.48 \pm 0.04$  s.

Utilizou-se o isocinético para avaliação da força muscular dos extensores e flexores da articulação do joelho, sempre de modo concêntrico. A velocidade angular de  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  mostrou para flexores e extensores do joelho valores equivalentes com  $138.1 \pm 24.6$  N.m,  $66.0 \pm 15.2$  N.m.

**Tabela 1.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis de idade cronológica, anos após menarca e indicadores de treino.

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Idade cronológica	Anos	14.0	18.8	16.8	0.1	(16.5 a 17.1)	1.1
Anos após menarca	Anos	1.5	7.2	4.2	0.2	(3.9 a 4.6)	1.3
Anos de treino	Número	2.0	8.0	4.1	0.3	(3.6 a 4.7)	2.1
Sessões de treino	Número	30.0	129.0	88.8	3.2	(82.3 a 94.7)	23.6
Jogos	Número	3	47	19.9	1.3	(17.5 a 22.5)	9.4

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 2.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis tamanho corporal.

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Estatura	Cm	154.8	176.8	165.3	0.8	(163.9 a 166.7)	5.7
Altura Sentado	Cm	81.8	95.1	87.9	0.4	(87.3 a 88.8)	2.9
Envergadura	Cm	152.4	181.7	166.3	0.8	(164.9 a 167.8)	5.7
Massa Corporal	Kg	46.3	88.1	60.9	1.2	(58.6 a 63.5)	9.1

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)



**Tabela 3.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas variáveis de pregas de gordura subcutânea.

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Prega tricipital	Mm	11	40	20.2	0.7	(18.7 a 21.7)	5.3
Prega bicipital	Mm	4	26	11.5	0.6	(10.2 a 12.8)	4.6
Prega subescapular	Mm	6	31	14.5	0.7	(13.1 a 16.0)	5.3
Prega suprailíaca	mm	8	42	21.7	1.0	(19.8 a 23.6)	7.2
Prega abdominal	mm	8	47	21.4	1.1	(19.3 a 23.6)	8.0
Prega crural anterior	mm	9	38	18.0	0.8	(16.4 a 19.7)	6.1
Prega geminal medial	mm	9	41	18.3	0.9	(16.7 a 20.2)	6.5

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 4.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para os indicadores de composição corporal estimadas pela equação de Slaughter et al. (1998) tendo como preditores as pregas de gordura tricipital e subescapular para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54).

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Massa gorda	%	18.1	31.5	26.7	0.5	(25.7 a 27.6)	3.5
Massa isenta gordura	%	68.5	81.9	73.3	0.5	(72.4 a 74.3)	3.5
Massa gorda	kg	8.8	27.3	16.5	0.6	(15.4 a 17.7)	4.2
Massa isenta gordura	kg	34.7	61.3	44.4	0.7	(43.1 a 45.9)	5.4

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 5.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para os indicadores de composição corporal estimadas pela equação de Slaughter et al. (1998) tendo como preditores as pregas de gordura tricipital e geminal medial para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54).

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Massa gorda	%	12.8	49.4	23.5	0.9	(21.7 a 25.5)	6.8
Massa isenta gordura	%	50.6	87.2	76.5	0.9	(74.5 a 78.3)	6.8
Massa gorda	kg	5.9	37.2	14.7	0.9	(13.2 a 16.6)	6.4
Massa isenta gordura	kg	36.8	59.6	46.2	0.6	(44.9 a 47.5)	4.8

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 6.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas simples e compostas do volume da coxa.

Variável	Unidade de medida	Amplitude		valor	Média		Desvio Padrão
		mínimo	máximo		erro padrão	(IC 95%)	
Circunferência proximal da coxa (subglútea)	cm	48.5	72.4	56.9	0.6	(55.6 a 58.1)	4.8
Circunferência máxima da coxa	cm	40.2	60.2	48.6	0.6	(47.4 a 49.8)	4.5
Circunferência distal da coxa (suprapatelar)	cm	32.8	48.0	38.5	0.4	(37.8 a 39.4)	3.1
Comprimento maximal	cm	8.5	17.5	13.8	0.3	(13.3 a 14.4)	2.3
Comprimento distal	cm	6.3	17.3	11.6	0.3	(10.9 a 12.3)	2.6
Volume total	L	3.4	8.5	4.9	1.0	(4.6 a 5.1)	0.1

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 7.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas de avaliação por pletismografia por ar deslocado, utilizando como recurso à fórmula de Lohman.

Variável	Unidade de medida	Amplitude		valor	Média		Desvio Padrão
		mínimo	máximo		erro padrão	(IC 95%)	
Massa corporal	kg	46.3	88.3	61.0	1.2	(58.7 a 63.6)	9.1
Volume corporal	L	43.7	87.0	58.4	1.3	(56.1 a 61.1)	9.4
Densidade corporal	kg.L	1.0	1.1	1.004	0.014	(1.042 a 1.050)	0.001
Volume torácico	L	2.1	3.5	2.8	0.0	(2.8 a 2.9)	0.3
Massa gorda	%	1,4	38.1	21.0	0.9	(19.3 a 22.9)	6.7
Massa isenta de gordura	%	61.9	89.6	78.9	0.9	(77.0 a 80.6)	6.7
Massa gorda	kg	6.4	33.1	13.2	0.8	(11.8 a 15.0)	6.0
Massa isenta de gordura	kg	35.3	59.1	47.7	0.7	(46.4 a 49.0)	5.2

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 8.** Estatística descritiva (amplitude, tendência central e dispersão) para a totalidade da amostra de voleibolistas femininas (n=54) nas medidas de avaliação da força (de preensão manual, impulsão e de dinamometria isocinética, às velocidades angulares de 60 e 180 graus por segundo, para a musculatura extensora e musculatura flexora da articulação do joelho, sempre em modo concêntrico).

Variável	Unidade de medida	Amplitude		Média			Desvio Padrão
		mínimo	máximo	valor	erro padrão	(IC 95%)	
Dinamómetro manual direita	kg	16.5	41.5	29.1	0.6	(27.9 a 30.3)	4.6
Dinamómetro manual esquerda	kg	21.0	42.0	28.8	0.5	(27.6 a 29.8)	4.0
Salto sem contramovimento	s	0.31	0.54	0.45	0.01	(0.43 a 0.46)	0.04
Salto sem contramovimento	cm	15.2	35.7	25.2	0.5	(24.2 a 26.3)	4.0
Salto com contramovimento	s	0.36	0.59	0.48	0.01	(0.47 a 0.49)	0.04
Salto com contramovimento	cm	17.2	42.5	28.3	0.7	(26.9 a 29.7)	5.2
Momento força máxima extensão (60º.s <sup>-1</sup> )	N.m	86.2	222.7	138.1	3.3	(131.7 a 144.9)	24.6
Momento força máxima extensão (180º.s <sup>-1</sup> )	N.m	53.6	151.8	91.9	2.7	(86.8 a 97.1)	20.2
Momento força máxima flexão (60º.s <sup>-1</sup> )	N.m	28.5	132.5	66.0	2.1	(62.2 a 70.5)	15.2
Momento força máxima extensão (180º.s <sup>-1</sup> )	N.m	16.5	85.7	46.1	1.8	(42.6 a 49.4)	12.9

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

**Tabela 9.** Modelo preditivo do desempenho na prova de força estática avaliada por dinamometria manual (Y) para a totalidade de voleibolistas femininas ( n=54).

XC	Preditores (Xi)				Colinearidade		Sumário do Modelo			
	Coefficiente não estandardizado	SE	correlação parcial	<i>p</i>	tolerância	VIF	R	SEE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Constante	15.174	3.792								
MC	0.335	0.078	0.667	≤0.01	0.595	1.682				
%MG <sub>ADP</sub>	-0.30	0.106	-0.448	≤0.01						
							0.515	3.995	0.265	0.236

SE (erro padrão); R (coeficiente regressão múltipla); SEE (erro padrão estimativa); MC (Massa corporal); %MG<sub>ADP</sub> (percentagem de massa gorda determinada pela pletismografia de ar deslocado).

**Tabela 10.** Modelo preditivo do desempenho nas provas de impulsão vertical utilizando protocolo de saltos sem e com contramovimento para a totalidade de voleibolistas femininas ( n=54).

Yi	Preditores (Xi)					Colinearidade		Sumário do Modelo			
	Xi	Coefficiente não estandardizado	SE	correlação parcial	p	tolerância	VIF	R	SEE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Salto sem contramovimento	Constante	30.769	1.680								
	%MG <sub>ADP</sub>	-0.263	0.076	-0.433	≤0.01			0.433	3.715	0.187	0.172
Salto com contramovimento	Constante	29.162	4.024								
	%MG <sub>ADP</sub>	-0.582	0.112	-0.752	≤0.01			0.599	4.240	0.359	0.334

SE (erro padrão); R (coeficiente regressão múltipla); SEE (erro padrão estimativa); MC (Massa corporal); %MG<sub>ADP</sub> (percentagem de massa gorda determinada pela pletismografia de ar deslocado).



**Tabela 11.** Modelo preditivo da produção de força isocinética dos extensores do joelho nas velocidades de 60<sup>a</sup>. s<sup>-1</sup> e 180<sup>a</sup>. s<sup>-1</sup> em voleibolistas femininas ( n=54).

Yi	Preditores (Xi)					Colinearidade		Sumário do Modelo			
	Xi	Coefficiente não estandardizado	SE	correlação parcial	p	tolerância	VIF	R	SEE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Extensores joelho 60 <sup>o</sup> /s	Constante	-15.882	88.523								
	Altura sentado	2.893	1.075	0.352	≤0.01						
	Volume da coxa	7.496	3.326	0.295	≤0.05			0.800	1.251		0.551
Extensores joelho 180 <sup>o</sup> .s <sup>-1</sup>	Constante	13.545	5.658								
	MC	1.691	0.322	0.764	≤0.01						
	%MG <sub>ADP</sub>	-1.170	0.438	-0.389	≤0.01	0.595	1.682	0.597	16.497	0.357	0.331

SE (erro padrão); R (coeficiente regressão múltipla); SEE (erro padrão estimativa); MC (Massa corporal); %MG<sub>ADP</sub> (percentagem de massa gorda determinada pela pletismografia de ar deslocado).

**Tabela 12.** Modelo preditivo de produção de força isocinética dos flexores do joelho, as velocidades de 60°.s<sup>-1</sup> e 180°.s<sup>-1</sup> em voleibolistas femininas (n=54).

Yi	Preditores (Xi)					Colinearidade		Sumário do Modelo			
	Xi	Coefficiente não estandardizado	SE	correlação parcial	p	tolerância	VIF	R	SEE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Extensores joelho 60°/s	Constante	29.755	9.759								
	Número de jogos	0.584	0.186	0.361	≤0.01						
	Volume da coxa	5.063	1.905	0.322	≤0.01	0.983	1.017	0.514	13.295	0.264	0.235
Extensores joelho 180°.s <sup>-1</sup>	Constante	2.672	10.686								
	Mc	0.951	0.220	0.670	≤0.01						
	%MG <sub>ADP</sub>	-0.687	0.229	-0.357	≤0.05	0.595	1.682	0.521	11.258	0.272	0.243

SE (erro padrão); R (coeficiente regressão múltipla); SEE (erro padrão estimativa); MC (Massa corporal); %MG<sub>ADP</sub> (percentagem de massa gorda determinada pela pletismografia de ar deslocado).

## **CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

As Tabelas 1 a 8 apresentam a estatística descritiva para cada uma das dimensões do presente estudo, nomeadamente a amplitude dada pelo valor mínimo e pelo valor máximo. Relativamente à média é sempre apresentado o valor, o erro padrão associado a média, e os intervalos de confiança a 95%, bem como uma medida de dispersão que é o desvio padrão. Cada uma das tabelas é dedicada a um domínio de variáveis do presente estudo, consultando a Tabela 1 pode concluir-se que a presente amostra tem idades cronológicas que variam entre os 14.1 e 18.8 anos. Todas as voleibolistas são pós menarcais, um caso apenas há um ano e meio e outro caso extremo com a idade da ocorrência da menarca ocorrida a 7.2 anos. Quanto a prática desportiva, varia dos 2 aos 8 anos por imposição dos critérios de inclusão e a amostra apresenta alguma variabilidade no que diz respeito das sessões de treinos entre 30 treinos e 129 sessões de treinos. Relativamente a estatura trata-se de uma amostra com valor médio de 165.3 cm, o que é ligeiramente superior à estatura média da mulher portuguesa e adulta e a massa corporal 60.9 kg também ligeiramente superior aos valores conhecidos para a mulher adulta portuguesa. Quanto às pregas de adiposidade os resultados são apresentados na Tabela 3 com 5 pregas com valores médios abaixo dos 20 mm, e com 3 pregas com valores médios acima dos 20 mm. Não se encontram na presente amostra medições de prega de gordura subcutânea acima de 47 mm valor máximo encontrado para a prega abdominal.

Um dos pontos de interesse do presente estudo prende-se com a avaliação multi-método recorrendo a diferentes tecnologias da estimativa da composição corporal recorrendo a modelos bi-compartimentais, apenas considerando a massa gorda e a massa isenta de gordura. Recorrendo à equação de *Slaughter* a percentagem de massa gorda é 26.7% com uma amplitude de variação entre os 18.1 e os 31.5%.

Esta mesma variável quando avaliada pela equação de *Slaughter* mas recorrendo a prega tricípital e geminal medial, revela-se ligeiramente inferior com valor médio de 23.5%. Daqui resulta uma primeira conclusão, uma ligeira tendência para valores inferiores recorrendo a 2 pregas apendiculares, tendo por comparação a consideração de uma equação com uma prega do tronco e uma prega dos membros. Na literatura os estudos que se reportam à composição corporal e nomeadamente ao estudo da atleta feminina reportam valores de aproximadamente 25.5% aos 12 anos de idade, aos 13 anos por volta de 23.1%, aos 14 e 15 anos 26.6% (Soares, 2006).

Relativamente à estimativa do volume total da coxa, as voleibolistas apresentam uma enorme variabilidade entre os 3.4 L e 8.5 L da coxa. Para um valor médio de 4.9 L e um desvio padrão de apenas 0.1, estamos perante uma variável concentrada em torno dos valores de tendência central.

Na avaliação da pletismografia de ar deslocado, tivemos em consideração tal como exposto na metodologia, os valores estimados do volume torácico e foi utilizada a fórmula de *Lohman* como recomendado para adolescentes, ou seja antes das idades correspondentes ao estado adulto. A percentagem de massa gorda situa-se nos 21.0% com valores a oscilarem entre 1.4% e 38.1%, ou seja parece que esta metodologia produz valores médios relativamente inferiores, mas uma maior dispersão dos dados extremos. Acreditando-se que o valor 1.4% seja decorrente, tal como os pressupostos de utilização da técnica que não é considerada uma metodologia critério, é apenas uma referência, porque também ela acarreta pressupostos e erro padrão de estimativa. (Trajković, Milanović, Sporiš, & Radisavljević, 2011) analisaram a composição corporal de jogadores de voleibol distribuindo os grupos por posição e os valores médios encontrados para a percentagem de massa de gorda foram: zona 4  $13.2 \pm 1.4\%$ , central  $13.1 \pm 2.6\%$ , passador  $13.3 \pm 2.4\%$ , libero  $20.1 \pm 2.6\text{Kg/m}^2$  e  $11.6 \pm 3.1\%$ , zona  $14.0 \pm 1.6\%$ .

As medidas de performance do desempenho são apresentadas na Tabela 8 naturalmente, os salto com contramovimento apresenta valores superiores

comparativamente com os saltos sem contramovimento. Indiscutivelmente, manter o elevado desempenho no remate é crucial para o sucesso competitivo (Lees, 2002). Da mesma forma, observa-se que não há somente a necessidade de uma elevada força explosiva, mas a manutenção desta força explosiva num nível máximo de desempenho. Por outras palavras, há a necessidade da resistência da força explosiva para que haja permanência do elevado desempenho durante as várias horas que pode durar um jogo de voleibol (Almeida & Soares, 2003; Butler & Rogness, 1983). No estudo de Trajkovic, et al. (2011) este ao analisar a impulsão vertical de jovens voleibolistas do género feminino presentes na seleção nacional da Sérvia, sub-16, e distribuídos de acordo com as posições em campo apresentou valores: zona 4  $53.2 \pm 5.5$  cm; centrais  $51.4 \pm 4.3$  cm; passador  $52.8 \pm 7.8$  cm; libero com  $63,5 \pm 9,2$  e zona 2  $53.8 \pm 10.0$  cm, o que revela valores semelhantes nas diversas posições, mas superiores à media encontrada no nosso estudo para o salto sem contramovimento ( $25.2 \pm 4.0$  cm) e com contramovimento ( $28.3 \pm 5.2$  cm). Sendo assim, a avaliação do salto vertical é de real importância no voleibol uma vez que existe a necessidade do atleta em alcançar e atingir a bola o mais alto possível no lado oposto do campo evitando o bloco do adversário (Schall, 2011).

No que aos momentos de força máxima diz respeito, como era esperado, a capacidade de produção de força é maior a velocidade lenta de  $60^{\circ}.s^{-1}$  relativamente aos resultados médios obtidos na velocidade de  $180^{\circ}.s^{-1}$  (De Ste Croix, et al., 2003). Também era previsto para o movimento concêntrico dos extensores que em termos médios foram superiores ao momento de força decorrente da ação concêntrica dos flexores (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998).

Um segundo domínio do presente estudo, prende-se com produção de modelos preditivos da variabilidade inter-individual em voleibolistas adolescentes femininos. É possível estimar 23.6% da variabilidade na prova de dinamometria manual recorrendo à massa corporal e a percentagem de massa corporal, sendo selecionado como melhor indicador concorrente de composição a pletismografia de ar deslocado.

Na prova de impulsão com e sem contramovimento os modelos preditivos são apresentados na tabela 10. Curiosamente é possível explicar 33% do salto com contramovimento e apenas 17.2% no salto sem contramovimento. Querirá isto dizer que existem aspectos explicativos que não foram considerados no presente estudo, eventualmente que se prendem com a qualidade do recrutamento motor e não apenas com as variáveis morfológicas. Mais uma vez a percentagem de massa gorda dada pela pletismografia é o preditor selecionado para entrar no modelo explicativo.

Relativamente aos extensores do joelho, avaliados pelo dinamómetro isocinético a velocidade lenta,  $60^{\circ}.s^{-1}$ , é possível explicar 55.1%. Torna-se assim o modelo com maior poder explicativo de todo o presente estudo, sendo preditores o volume da coxa e a altura sentado, ou seja duas medidas de tamanho corporal explicam 55.1% da variabilidade inter-individual em adolescentes femininos praticantes de voleibol há pelo menos 2 anos. Quando analisados os extensores a uma velocidade mais rápida,  $180^{\circ}.s^{-1}$ , não só têm o maior valor preditivo da variância como também são estimados a partir de variáveis de massa gorda percentagem e massa corporal. Portanto o corpo todo explica os extensores a  $180^{\circ}.s^{-1}$ ; variáveis de proporcionalidade e de segmento explicam o que acontece na velocidade lenta. O mesmo volta a acontecer nos flexores do joelho.

O volume da coxa explica a velocidade lenta e a massa corporal total e a percentagem de massa gorda explica a velocidade rápida. Sendo os dois modelos muito semelhantes no que diz respeito a variância partilhada respetivamente 23.5% na velocidade lenta de  $60^{\circ}.s^{-1}$  e 24.3% na velocidade rápida a  $180^{\circ}.s^{-1}$ .

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS**

Considerando os resultados apresentados e discutidos anteriormente, pode afirmar-se que as finalidades propostas para o presente estudo foram alcançadas. A execução experimental do trabalho cumpriu o projeto previamente elaborado. Como se pretende num estudo desta natureza, ir-se-á procurar realçar o que de mais importante emergiu da análise dos dados.

A percentagem de massa gorda avaliada pela equação de *Slaughter* revelou no nosso estudo uma ligeira tendência para valores inferiores recorrendo a 2 pregas apendiculares. Ainda no que à composição corporal diz respeito a pletismografia deslocamento de ar, técnica que não é considerada uma metodologia critério, é apenas uma referência, produziu valores médios relativamente inferiores do que o método anterior, mas uma maior dispersão dos dados extremos.

Relativamente aos momentos de força máxima, os resultados do presente estudo vão ao encontro dos reportados na literatura e a capacidade de produção de força é maior a velocidade lenta de  $60^{\circ}.s^{-1}$  relativamente aos resultados médios obtidos na velocidade de  $180^{\circ}.s^{-1}$ . Os músculos extensores apresentam em termos médios valores superiores ao momento de força decorrente da ação concêntrica dos flexores.

O modelo com maior poder explicativo de todo o presente estudo, inclui o momento de força máxima dos extensores do joelho sendo preditores o volume da coxa e a altura sentado, ou seja duas medidas de tamanho corporal explicam 55.1% da variabilidade inter-individual em adolescentes femininos praticantes de voleibol há pelo menos 2 anos.

Comparando os resultados do presente estudo com os reportados na literatura torna-se evidente que existem diferenças entre atletas de nível local e de nível nacional. É, ainda, reportado que a estatura é um indicador de talento na modalidade de voleibol. No presente estudo foram ainda encontradas diferenças na impulsão vertical. Assim, os programas de identificação de talento devem considerar a impulsão vertical, agilidade e força do membro inferior.

As futuras pesquisas na modalidade devem aumentar o tamanho amostral e proceder à comparação por posição, por nível competitivo e melhor perceber a seleção desportiva e o efeito do processo de treino (densitometria óssea) nos comportamentos posicionais e demandas fisiológicas da modalidade (análise das vias metabólicas)



## **CAPÍTULO 7: REFERÊNCIAS**

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26(2), 231-237.
- Almagiá A. F., Rodrigues, R. F. J., Barraza, G. F. O., Lizana, P. J., Ivanovic, D. & Binvignat, G. O. (2009). Anthropometric profile of professional volleyball Sudamerican players. *Int J Morphol*, 26(1): 53-57.
- Almeida, T. A., & Soares E. A. (2003). Perfil dietético e antropométrico de atletas adolescentes de voleibol. *Rev Bras Med Esporte*, 9: 191-197.
- Amasay, T. (2008). Static block jump techniques in volleyball: Upright versus squat starting positions (2008). *J Strength Cond Res*, 22(4), 1242-1248
- Astrand P. O., & Rodhal, K. (1980). Tratado de Fisiologia do Exercício. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Baltzopoulos, V., Williams, J. G., & Brodie, D. A. (1991). Sources of error in isokinetic dynamometry: effects of visual feedback on maximum torque. *J Orthop Sports Phys Ther*, 13(3), 138-142.
- Bizzocchi, C. (2000). O voleibol de alto nível: da iniciação à competição. Fazendo. São Paulo: Arte Editorial, 208 p., p. 51-64.
- Bojikian, L. P., & Bohme, M. T. S. (2008). Crescimento e composição corporal em jovens atletas de voleibol feminino. *Revista Brasileira Educação Física Esporte*, 22: 91-102.

- Borsari, J. R. (1989). *Voleibol: Aprendizagem e Treinamento, um desafio constante*. E.P.U. – São Paulo.
- Bosco C., Luhtanen P, Komi P. V. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Phys* 50: 273–282.
- Bosy-Westphal, A., Danielzik, S., Becker, C., Onur, S., Korth, O., Bürens, F., Müller, M. J. (2005). Need for optimal body composition data analysis using air-displacement plethysmography in children and adolescents. *J Nutr*, 135(9): 2257-2262.
- Butler, R., & Rogness K. (1983). Strength training for the young volleyball player. *J Strength Cond Res*, 5: 66-68.
- Cardinal, C. (1987). *Cahier de L'Entraîneur II*. Ed. Fédération du Volley-ball du Québec.
- Heath, B. H. & Carter J. E. L. (1990). *Somatotyping development and applications*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Carvalho, C., Antunes, C., & Carvalho, A. (2007). Análise comparativa dos principais componentes da condição física das duas melhores equipas nacionais de voleibol sênior masculino (época 2003-2004). *Rev Port Cien Desp*, 4: 211-213.
- Cordeiro Filho, C., Consenza, C. P. I., Albergaria, M. (1999). A mudança na regra oficial do voleibol e sua influencia nos percentuais das fontes energéticas utilizadas. In 7º congresso de educação física e ciências do esporte dos países de língua portuguesa. Livro de resumos. Florianópolis. p. 376.
- Costa, R. F. (2001). *Composição corporal – teoria e prática da avaliação*. 1a edição brasileira. Manole. 129-145.
- Courteix, D., Lespessailles, C., Jafre, P., Obert, & Benhamou, C. (1999). Bone mineral acquisition and somatic development in highly trained girl gymnasts. *Acta Paediatr*, 88, 803- 808.
- De Rose, J., D. *Modalidades esportivas coletivas*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

- De Ste Croix, M., Deighan, M., & Armstrong, N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med*, 33(10), 727-743.
- Eom, H. & Schutz, R. (1992): Transition play in team performance of volleyball: a log-linear analysis. *Res Q Exercise Sport*, 63 (3): 261-269.
- Fernandes, F. J. (2003) *Treinamento Desportivo: Descoberta de Talentos*. Rio de Janeiro, Shape-CD Rom.
- Filin, V. & Volkov, V. (1998) *Seleção de Talentos nos Desportos*. Londrina, Midiograf.
- Fonseca C. L. T., Fernandes, R. P. & Fernandes F. J. (2010) Análisis del perfil antropométrico de jugadores de la selección brasileña de voleibol infanto juvenil. *Int J Morphol*, 28(4):1035-1041.
- Going S. B. (1996). Densitometry. In, *Human Body Composition*. Roche AF, Heymsfield SB & Lohman TG, Editors. Human Kinetics.
- Gonçalves, C, Bairos, V. (2010). *Histologia. Texto e Imagens*. 3ª Edição ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Gréhaigne, J. F., Godbout, P. & Bouthier, D. (2001). The teaching and learning of decision making in team sports. *Quest*, 53, 59-76.
- Guedes, D. P. (1994). *Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações*. 2. ed. rev., Londrina: APEF, p.124, 1994.
- Guilherme, A. (1979). *Voleibol à beira da quadra*. 3. ed. São Paulo: Cia.Brasil.
- Harriss, D., e Hill, A. (2009). International Journal of Sport Medecine - Ethical standarts in sport and exercise science research. *Int J of Sports Med*, 30(10), 701-702.
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R., Fry, A., Kraemer, W., Häkkinen, K. (2004). Programas de treinamento periodizados para atletas. In *Treinamento de*

- Força para o esporte (W. J. Kraemer & K. Häkkinen, Eds.), 79-143. Porto Alegre (Brasil): Artmed.
- Hespanhol, J. E. (2008). Mudanças no desempenho da força explosiva durante um ciclo anual em voleibolistas na puberdade. 2008. 285f. *Tese (Doutoramento) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.*
- Iglesias, F. (1994). *Analisis del esfuerzo en el voleibol*. Stadium, Buenos Aires. *J Morphol*, 28(4): 1035-1041
- Jones P. R, Pearson J. (1969). Anthropometric Determination of Leg Fat and Muscle Plus Bone Volumes in Young Male and Female Adults. *The J of Physiology* 204(2):63-6P.
- Kürstinger U., Ludwig H. G., Stegemann, J. (1987). Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med*, 8: 315-322.
- Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: a critical review. *J Sports Scien*, London, v. 20, n. 10, p. 813-828.
- Lohman, T. G., (1989). Assessment of body composition in Children.
- Lohman, T. G., (1992) . Advances in body composition assessment : Current issues in exercise science. Monograph 3. Human Kinetics Publishers, Champaign - Illinois.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Lopes, M. R., Chagas Neto, P. B., Campos, F. A. D., Silveira, A. C. M. B., Rocha, M. A. (2003). Análise dos tempos de jogos no voleibol masculino – campeonato brasileiro infanto-juvenil do ano de 2002. *Rev Bras Ciên Mov*. S19.
- Lorenzo, M. G., & Chamarro R. P. G., (2004). Valor Ración Cualitativa de la prueba de Esfuerzo. *Revista Digital -Buenos Aires- Año 10- N° 71- Abril.*  
<http://www.efdeportes.com/>

- Mala, L., Maly, T. Zahalka, F., Bunc, V. (2010). The profile and comparison of body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1): 90-97.
- Malina R. M. (1995). Anthropometry. In P Maud, C Foster (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness* (pp.205-219). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Malina, R. M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. 2<sup>a</sup> ed., Champaign: Human Kinetics Books, 2004.
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, (2008). *F. Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6 ed.
- McCrorry, M. A., Gomez, T. D., Bernauer, E. M., & Mole, P. A. (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 1686-1691
- Mello M.T. (2005). Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos, *Rev Bras Med do Esporte*, 1: 1-10.
- Moutinho, C. (2000). Estudo da estrutura interna das acções de distribuição em equipas de Voleibol de alto nível de rendimento. Contributo para a caracterização e prospectiva do jogador distribuidor. Dissertação apresentada às Provas de Doutoramento. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto, Porto.
- Norton K., & Olds T. (1982). (editores) *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- Oliveira, P. R. (1998). O efeito posterior duradouro no treinamento (EPDT) das cargas concentradas de força: investigação à partir de ensaio com equipe infanto-juvenil e juvenil de voleibol. Campinas, 186p. *(Tese Doutoramento)- Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas*.
- Papadopoulou S. D., Sendelides, D., Papadopoulou S. K., Likesas, G., Parasskevas, G., & Fachantidou, A. (2002). Anthropometric Differences of Top Greeks and Foreign Woman volleyball Players. *Int J Volleyball Res*, 5(1), 26-29.

- Parizková, J. (1982). Gordura corporal e aptidão física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.
- Polgaze, T., & Dawson, B. (1992). The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach*, 15: 32-37.
- Reilly, T. (1996). *Science and Soccer*. London: E & FN spon
- Ribeiro, J. (2004). *Conhecendo o Voleibol*. Rio de Janeiro (Brasil): Editora Sprint.
- Schall, M. L. (2011). Physiologic performance test differences by competition level and player position in female volleyball athletes. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Exercise and Sport Studies, Biophysical Studies Boise State University.
- Sheppard, J., Dingley, A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D., & Netwon, R. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Scien Med Sport*, 14(1), 85-90.
- Silva, L. R. R., Bohme, M. T. S., Uezu, R., Massa, M. (2003). A utilização de variáveis cineantropométricas no processo de detecção, seleção e promoção de talentos no voleibol. *Rev Bras Cien Mov*, 11: 69-76.
- Simões, M. A. D. M. (2007). Perfil antropométrico e funcional de jovens voleibolistas. Estudo em atletas cadetes do sexo masculino. Dissertação, *Faculdade de Ciências do Porto – Universidade do Porto*.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan M. D., Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 60(5): 709-723.
- Smith, D. J.; Roberts, D.; Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci*, 10: 131-138.

- Soares A. C. (2006). Análise do perfil cineantropométrico de jovens praticantes de voleibol na faixa etária de 12 á 15 anos. MOVIMENTUN Revista Digital de Educação Física- Ipatinga: Unileste- MG- V.1 –Ago/Dez.
- Trajković, N., Milanović, Z. ,Sporiš, G., Radisavljević, M. (2011). Positional differences in body composition and jumping performance among youth elite volleyball players. *Acta Kinesiologica*, 51: 62-66.
- Ugrinowitsch, C. (2000). Capacidade dos testes isocinéticos em predizer a “performance” no salto vertical em jogadores de voleibol. *Rev Paulis de Educação Física*, 14, 2: 172-183.
- Vieira, N. A., Borin, J. P.; Padovani, C. A.; Padovani, C. A. P. (2008). Efeito do treinamento de resistência de força no sistema neuromuscular em atletas de voleibol. *Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, Campinas*, v. 6, ed. especial, p. 84-96, jul.
- Viitasalo, J., Rusko, H., Pajala, O., Rahkila, P., Ahila, M., Montonen, H. (1987): Endurance Requirements in Volleyball Canadian. *J Sports Sci*, 12(4): 194-201.

## **CAPÍTULO 8:**

### **ANEXOS**

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

**Título do estudo:** AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM ATLETAS

**Enquadramento:** Esta pesquisa é realizada por técnicos qualificados do CIDAF (Centro de Investigação do Desporto e Actividade Física), unidade de investigação do III-UC (Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra), tendo o projecto sido aprovado pela comissão de ética.

**Explicação do estudo:** A amostra do estudo será composta por atletas jovens e adultos jovens de modalidades desportivas. Os participantes serão alvo de avaliação da composição corporal por densitometria (método que divide a massa corporal em



componente de baixa densidade, massa gorda, e alta densidade, massa magra).

Adicionalmente, o estudo considera a avaliação da força através de dois protocolos de impulsão (quarto saltos), dinamometria manual (preensão de um instrumento com a duração de 5 a 10 segundos), bem como a avaliação da força dos extensores e flexores da articulação do joelho para determinar a taxa de produção de força dentro de uma larga amplitude articular. (5 ensaios, demorando cerca de 10 minutos). Por fim, os participantes serão avaliados na estatura e composição corporal

**Condições e financiamento:** Todos os avaliadores estão devidamente habilitados e o projecto mereceu parecer favorável da comissão de ética. Nenhum dos membros da equipa, ou mesmo a unidade possui conflito de interesse com os protocolos ou metodologias utilizadas, estejam em causa aspectos financeiros ou outros.

**Confidencialidade e anonimato:** Os dados serão obtidos em ambiente de privacidade, sendo permitida a desistência dos participantes a qualquer momento do projecto. Os protocolos não comportam riscos para a saúde ou integridade dos avaliados, sendo os dados somente analisados por elementos da equipa de investigação, não havendo transmissibilidade, respeitando-se o anonimato. Os dados ficarão arquivados na unidade de investigação protegidos por regras internas. Podem os interessados, a qualquer momento, solicitar informações sobre os dados para Manuel J Coelho e Silva [mjcesilva@fcdef.uc.pt]

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

**Assinatura/s de quem pede  
consentimento:**

.....

.....

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações  
verbais que

me foram fornecidas pela/s pessoa/s que acima assina/m. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.

**Nome:** ..... **Assinatura:** ..... ..

..... **Data:** .....

/..... /.....

**SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE OU INCAPACIDADE (Se o menor tiver discernimento deve também assinar em cima, se consentir) NOME:** ... ..

.....

.....

**BI/CC N.º:** ..... **DATA OU VALIDADE** .... /..... /.....

**GRAU DE PARENTESCO OU TIPO DE REPRESENTAÇÃO:**

.....

**ASSINATURA** ..... ..

.....

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINAS E FEITO EM DUPLICADO: UMA VIA PARA O /A INVESTIGADOR /A , OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE