

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE JOGADORES DE VOLEIBOL
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DUAS EQUIPAS MASCULINAS SENIORES
TESTES DE TERRENO / TESTES LABORATORIAIS

Luís Alexandre Duarte Farias Nogueira

Coimbra

2003/2004

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE JOGADORES DE VOLEIBOL
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DUAS EQUIPAS MASCULINAS SENIORES
TESTES DE TERRENO / TESTES LABORATORIAIS

Monografia de Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física, realizada no âmbito do seminário de Fisiologia – Caracterização Fisiológica de Jogadores de Voleibol – Estudo Comparativo Entre Duas Equipas Masculinas Seniores – Testes de Terreno / Testes Laboratoriais

Coordenador: Prof Doutor Fontes Ribeiro

Orientador: Mestre Amândio Santos

Índice Geral

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	V
ÍNDICE DE TABELAS	VI
RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA	3
1. CARACTERIZAÇÃO DO VOLEIBOL	3
2. VIAS ENERGÉTICAS	8
3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS METABOLISMOS ENERGÉTICOS.....	17
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	26
1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	26
2. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	26
3. CARACTERIZAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	27
3.1. Estatura	27
3.2. Envergadura.....	27
3.3. Massa Corporal.....	28
3.4. Diâmetros	28
3.5. Circunferências	29
3.6. Pregas de gordura subcutânea.....	30
4. SOMATÓTIPO	31
5. TESTES – PROTOCOLOS E SUA CONDUÇÃO	32
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43
1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	43
2. CARACTERIZAÇÃO DO TREINO	48
3. RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DA VIA AERÓBIA	49
4. RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DA VIA ANAERÓBIA.....	51
5. CORRELAÇÕES	55
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	57
1. CONCLUSÕES	57
BIBLIOGRAFIA	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema resumo do sistema aeróbio	15
Figura 2. Compasso de pontas redondas da marca GPM®	28
Figura 3. Fita métrica flexível, da marca HOECHSTMASS	29
Figura 4. Adipómetro.	30
Figura 5 Alongamentos	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Depleção de glicogénio	7
Gráfico 2 Distribuição da adiposidade cutânea	45
Gráfico 3 Representação gráfica do somatótipo médio das equipas.	46
Gráfico 4 Representação gráfica da concentração de lactato	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Duração média (minutos : segundos) do jogo e dos sets em voleibol.....	3
Tabela 2 Análise temporal de partidas de voleibol.....	4
Tabela 3 Estimativas da energia dispendida no voleibol.....	5
Tabela 4 Frequência cardíaca avaliada em diversos estudos.....	6
Tabela 5 Valores de lactatemia obtidos após jogos de voleibol.....	6
Tabela 6 Estimativa da energia disponível no corpo através do sistema dos Fosfagênio	10
Tabela 7 Valores de lactatemia obtidos após jogos de voleibol.....	12
Tabela 8 Percentagem de contribuição das três vias energéticas.....	16
Tabela 9 Estatística descritiva e inferencial.....	44
Tabela 10 Valores das três componentes do somatótipo.....	45
Tabela 11 Comparação das equipas estudadas.....	47
Tabela 12 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), das variáveis do treino.....	48
Tabela 13 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), do pico de VO_2 máximo e do valor de lactato encontrado no final da realização do teste.....	49
Tabela 14 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), dos resultados obtidos relativamente ao limiar anaeróbio.....	50
Tabela 15 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), da potência anaeróbia máxima absoluta e relativa, e índice de fadiga, obtida através do teste F-V.....	51
Tabela 16 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), da potência média absoluta e relativa obtida no Teste de Wingate.....	52
Tabela 17 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), relativos a: deslocamento do centro de gravidade (cm), potência absoluta (w) e potência relativa (w/kg) no Squat Jump (SJ);.....	53
Tabela 18 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão ($Md \pm Sd$), relativos a: sprint 20m (s);.....	54
Tabela 19 Correlações entre os resultados obtidos nos Testes de Terreno.....	55
Tabela 20 Correlações entre os resultados obtidos nos Testes de Terreno.....	56

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Fontes Ribeiro, pela coordenação do estudo realizado, assim como por todos os conhecimentos transmitidos ao longo da licenciatura.

Ao Mestre Amândio Santos, por toda a ajuda prestada ao longo da realização do estudo, assim como pelo privilégio de ter sido seu aluno.

À Dra. Fátima, por toda a ajuda e apoio prestado ao longo da realização dos numerosos testes, mesmo quando foi necessário um “tempinho” extra.

Ao professor António Carlos, pela indispensável ajuda durante a realização do estudo.

Aos atletas que participaram no estudo e sem os quais este não teria sido possível.

A todos os meus amigos nesta faculdade, sem os quais este curso não teria sido nada do que foi.

A todos aqueles de quem o destino me separou, mas o sentimento e as memórias nos une.

Ao Tiago, ao Nuno, ao Girão, ao “Lagarta” e à Ana Teresa por tudo o que temos partilhado nos bons e maus momentos. Acima de tudo, pela amizade que nos une.

AO MEU PAI, À MINHA MÃE E AO MEU IRMÃO... pelo Amor e apoio incondicional que me têm dado, o meu agradecimento nunca será suficiente. Apesar disso, aqui o deixo expresso. MUITO OBRIGADO.

RESUMO

O presente estudo pretende caracterizar o nível fisiológico em jogadores de Voleibol, verificando se existem diferenças entre duas equipas de níveis competitivos diferentes. Pretende, também, verificar a correlação existente entre testes de laboratório e testes de terreno.

Para a caracterização antropométrica, a amostra é constituída por 17 sujeitos. Nas restantes avaliações, a amostra é constituída por 12 sujeitos pertencentes ao sexo masculino, subdividindo-se em duas equipas, Académica A e Académica B. A Académica A (n=11) apresenta uma média de idade de $24,2 \pm 3,4$ anos, enquanto a equipa B (n=6) apresenta uma média de idade de $23,3 \pm 3,5$ anos.

Com o objectivo de avaliar o metabolismo aeróbio, os atletas realizaram no tapete rolante, um teste progressivo e máximo, por patamares de quatro minutos. Para avaliar o metabolismo anaeróbio, os atletas realizaram o teste Força-Velocidade, o teste de Wingate e quatro dos seis testes de Bosco. Realizaram, também, cinco testes de terreno (sprint, salto de bloco, salto de remate, triplo salto e deslocamentos laterais). Foram também avaliadas as características antropométricas e o somatótipo. As técnicas de estatística utilizadas foram o teste T *student* para amostras independentes, o teste de Wilcoxon e a correlação momento-produto de *Pearson*.

Apresentamos de seguida os resultados onde se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as equipas Académica A e Académica B:

- A nível antropométrico os jogadores da Académica A apresentam valores superiores na estatura e envergadura (teste T *student*); na envergadura (teste de Wilcoxon).
- Nas características respeitantes ao treino, os jogadores da Académica A treinam mais vezes por semana, os treinos são mais longos, o total de horas dedicadas ao treino técnico-táctico e o total de horas dedicadas à preparação física é maior.
- Nos testes de terreno, os jogadores da Académica A obtiveram resultados superiores no triplo salto e na altura atingida ao realizar o salto de remate e salto de bloco (teste T *student*); na altura atingida ao realizar o salto de remate (teste de Wilcoxon).

Relativamente à relação entre os testes, podemos realçar as seguintes correlações:

- O sprint apresenta uma correlação negativa e altamente significativa com o triplo salto, a deslocação do centro de gravidade no salto de bloco e no salto de remate.
- A potência anaeróbia máxima relativa apresenta correlações significativas com os deslocamentos laterais, e também, com o deslocamento do centro de gravidade no salto de bloco. A potência anaeróbia máxima relativa apresenta, ainda, correlação altamente significativa com o deslocamento do centro de gravidade no salto de remate.

Os resultados obtidos demonstram que se verificam diferenças estatisticamente significativas entre as duas equipas para algumas características antropométricas, ao nível das características do treino e em alguns dos testes de terreno.

As correlações positivas entre a potência anaeróbia máxima relativa e o deslocamento do centro de gravidade no salto de remate e no salto de bloco realçam a importância do sistema dos fosfagénios no Voleibol.

ABSTRACT

This study aims at characterizing the physiological level of the Volleyball players and verify if there are any differences between two teams of different competitive levels. It is also our aim to verify the correlation between laboratory and field tests.

In the anthropometrical characterisation the sample is formed by 17 males individuals. In the other evaluations, the sample is formed by 12 males individuals, divided in two groups: Académica A e Académica B. The Académica A team (n=11) is, on average, $24,2 \pm 3,4$ years old, Académica B team (n=6), is on average, $23,3 \pm 3,5$ years old.

In order to assess the aerobic metabolism, the athletes performed on the treadmill running, a progressive and maximum test, by periods of four minutes. To assess the anaerobic metabolism the athletes performed the Force-Velocity test, the Wingate test and four in six Bosco test. They also performed five field tests. The anthropometrical characteristics and somatotype were also assessed. The tests used to obtain the statistical results were the T Student test, to independent samples, Wilcoxon test, and time correlation Pearson-product.

We present now the results in witch we observed relevant differences between the two teams:

- Considering the anthropometrical level Académica A players show higher values in the height and
- Considering the characteristics of the training, Académica A players train more times a week , trainings are longer, and the total time dedicated to tecnic-tactic training and to physical preparation is higher;
- At field tests Académica A players achieved higher values in triple jump and in height achieved performing spike and block jump (T Student test); in the height achieved performing spike jump (Wilcoxon test).

Concerning the relation among the tests, we can stress the following correlations:

- Sprint shows a negative and highly significant correlation with triple jump, gravity's bodycentre dislocation in block and spike jump.

- Relative maximal anaerobic power shows significant correlation with gravity's bodycentre dislocation in block and spike jump.

The results obtained show that significant differences are found in some anthropometric characteristics, in training characteristics and in some field tests.

The positive correlations between relative maximal anaerobic power and gravity's bodycentre dislocation in block and spike jump emphasize the importance of alactic anaerobic metabolism's importance in Volleyball.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O voleibol surgiu em 1896, criado por William Morgan. Foi apenas após a segunda guerra mundial que a modalidade alcançou maior desenvolvimento. Foi reconhecido como desporto Olímpico apenas a partir de 1964 (MacLaren, 1990). Numa pesquisa realizada em 1970 pelo Comité Olímpico Internacional, acerca da expansão dos desportos olímpicos a nível mundial, o voleibol apresentava 65 milhões de praticantes registados e 110 federações (MacLaren, 1990).

Com a evolução das suas regras e do número de participantes, o voleibol passou de uma actividade puramente recreativa, para um desporto espectacular e exigente (Tanguay, 1997).

Para uma boa performance no voleibol, os jogadores devem possuir, além de habilidades individuais e técnica apurada, um alto grau de desenvolvimento em vários parâmetros físicos e fisiológicos.

É necessário compreender as exigências metabólicas de cada desporto para desenvolver programas de condicionamento apropriados às necessidades atléticas de cada um (Brislin, 1997). Só dessa forma é possível preparar os jogadores para as exigências da situação competitiva.

Nesse contexto, é fundamental identificar as principais qualidades que os jogadores com melhor performance apresentam.

Com este trabalho, pretendemos contribuir um pouco mais para essa identificação, através da caracterização e comparação de duas equipas de diferentes níveis competitivos. Em seguida, comparamos os resultados obtidos pelo nosso estudo com a literatura existente.

Começaremos pela caracterização do voleibol, passando a uma breve descrição das vias energéticas e sua avaliação. Em seguida, descreveremos a metodologia utilizada, apresentamos e discutimos os resultados e, na conclusão, efectuamos uma referência aos resultados mais significativos.

Pertinência e objectivos do estudo

No desporto de alto nível, o objectivo fundamental é a prestação final em competição. A utilização de testes permite a medição dos factores fundamentais que especificamente determinam a prestação. A recolha dos dados vai permitir uma condução do processo de treino mais orientada e precisa, levando ao desenvolvimento de estratégias apropriadas à compensação e correcção de eventuais pontos fracos e lacunas de compensação (Pereira & Alves, 1999).

Na literatura acerca do voleibol, encontram-se algumas investigações no sentido de caracterizar os jogadores sob o ponto de vista fisiológico e morfológico. Neste âmbito, pretendemos com este trabalho contribuir para a caracterização dos voleibolistas nacionais, assim como identificar as principais qualidades que distinguem os jogadores de melhor nível.

Os treinadores não têm, habitualmente, acesso a laboratórios, ou materiais sofisticados. Recorrem-se normalmente aos testes de campo e preferencialmente, aos testes específicos da modalidade. Com a aplicação simultânea de testes de campo e de laboratório, pretendemos verificar as correlações existentes entre estes.

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

1. CARACTERIZAÇÃO DO VOLEIBOL

Temporal

Uma das formas de identificar as necessidades físicas de um atleta é analisando a duração da situação competitiva, e em mais pormenor, a duração das situações de esforço.

Os jogos de voleibol não têm tempo de duração pré-estabelecido. São constituídos por 3-5 sets, terminando cada set quando uma das equipas atinge os 25 pontos (com 2 pontos de diferença).

Em seguida pode observar-se a duração de alguns jogos, assim como a duração média dos sets.

Tabela 1 Duração média (minutos : segundos) do jogo e dos sets em voleibol (adaptado de Wielki, 1978; Ejam e Jinoch, 1991; Oliveira et al. 1999).

Competição / Referência	Duração Jogo (min:seg)	Duração set (min:seg)
Jogos Olímpicos 1972	94:48	25:30
Campeonato do Mundo (1974)	84:58	23:45
Jogos Olímpicos (1976)	84:02	22:34
Jogos Olímpicos (1984)	88:45	25:29
Campeonato do Mundo (1986)	95:38	28:00
Campeonato do Mundo (1990)	95:32	26:17
Dyba, 1982	90:00	-
Viitasalo, 1991	108:50	24:07
Oliveira et al., 1999*	80:57	14:25

* Jogo de preparação em treino e com o novo método de pontuação (pontos directos).

Como se pode observar pela tabela acima apresentada, os jogos têm uma duração que pode ir dos 80:57, até aos 108:50. Por seu lado, os sets apresentam uma variação entre os 14:25 e os 28:00. No entanto, estas durações não representam apenas tempo de actividade efectiva. Em seguida, aborda-se a relação entre o tempo de acção e de descanso (entendendo “descanso” como o tempo entre o final de uma jogada – perda de

ponto por uma das equipas – e o início da seguinte – reposição da bola em jogo, através do serviço).

Tabela 2 Análise temporal de partidas de voleibol (adaptado de MacLaren, 1990)

	Lecompte and Rivet (1979)	Fiedler (1979)	Dyba (1982)	Viitasalo et al. (1987)
Duração média de “jogo efectivo”	9,7s	9,0s	7,0s 8,6s	6,6s
Duração média de descanso	11,7s	12,0s	13,3s 13,9s	14,2s
Ratio de “jogo efectivo”: descanso	1:1,2	1:1,3	1:1,2 1:1,6	1:2,2
Duração média de um set (min:s)	16:48	-	18:33	24:00
Duração total da partida (min:s)	84:00	-	93:23	108:50

Pela tabela apresentada, pode-se verificar que os jogadores passam mais tempo em “descanso”, do que em “jogo efectivo”.

Viitasalo et al. (1987) analisaram partidas entre a Finlândia e a Hungria, e entre os EUA e a USSR. A duração mais frequente de jogo efectivo foi, respectivamente, de 4s e 7s; enquanto que a duração dos descansos foi, respectivamente, 12s e 9s.

Em média, os jogadores Finlandeses realizaram uma acção de alta intensidade a cada 24,3s (jogadores na frente do campo) e a cada 41,7s (jogadores do fundo do campo). Para os Americanos e os Russos, os valores foram respectivamente de 25,3 e 25,8s (jogadores na frente do campo), e 48,1 e 43,5 (jogadores do fundo do campo). Analisando o período de 20s posteriores a uma acção de alta intensidade de um jogador, verificaram que em 45% dos casos não se seguiu nenhuma acção e em 40% dos casos seguiu-se uma acção vigorosa.

Com base nas durações dos jogos e na duração e frequência das acções de alta intensidade, MacLaren (1990) estima que apenas 45,2% da duração total de um jogo é de facto tempo útil de jogo e 22,6% do tempo total é passado em actividades de alta intensidade. Este mesmo autor, com base nas observações de Baacke (1981) durante o campeonato do mundo de 1978 e nos jogos olímpicos de Moscovo (1980), estima que, do tempo passado em actividades de alta intensidade, de 39,5 a 78,9% é passado na realização de saltos de bloco ou para remate pelos atacantes, enquanto os distribuidores

gastam apenas em 18,4 a 44,7%. Deste modo, a actividade intensa dos voleibolistas, é representada sobretudo pelos saltos.

Energética

O voleibol é um desporto que requer elevadas capacidades técnico-táticas, mas também é reconhecida a importância de o jogador ser capaz de produzir movimentos intensos e explosivos. No entanto, tem sido questionado se o voleibol é um desporto aeróbio ou anaeróbio (Viitasalo et al., 1987).

Embora Fox & Mathews (1974, citados em Viitasalo et al., 1987), considerem o voleibol um desporto puramente anaeróbio, estudos posteriores concluíram tratar-se de um desporto moderadamente aeróbio (Dyba, 1982; Puhl et al., 1982; Gionet 1980; Conlee et al., 1982; Viitasalo et al., 1987), no qual existem solicitações de potência anaeróbia aláctica, com períodos de recuperação razoavelmente longos.

Foss & Keteyian (2000), atribuem ao voleibol, as seguintes contribuições dos sistemas energéticos: ATP-PC – 80%; glicólise anaeróbia – 5%; sistema aeróbio – 15%.

Em seguida pode-se observar algumas estimativas da energia dispendida no voleibol.

Tabela 3 Estimativas da energia dispendida no voleibol (adaptado de MacLaren, 1990).

Autor	Energia (KJ.min⁻¹)
Durnin e Passmore (1967)	10.5 – 21.0
Rodionova e Plakhtienko (1977)	30.5
Fleck e Case (1981)	40.6
Reilly (1981)	24.0 – 27.0
Brooks e Fahey (1984)	15.1

Como se pode observar na tabela, os valores apresentam discrepâncias. Isto pode dever-se à variação no tipo de amostra utilizada (nível dos jogadores) e na situação em que os valores foram obtidos (situação competitiva/não competitiva).

Para o valor mais alto, obtido por Fleck e Case (1981), foram utilizados jogadores experientes e em situação competitiva. No entanto, tratou-se de jogadores do sexo feminino.

A frequência cardíaca tem sido outro dos parâmetros avaliados por alguns autores.

Tabela 4 Frequência cardíaca avaliada em diversos estudos, expressa em batimentos por minuto (bpm).

Autor	Frequência Cardíaca (bpm)
Walker, 1973	155
Fardy et al., 1976	139
Dyba, 1982	144
Viitasalo et al., 1987	127

Estes valores demonstram tratar-se de uma modalidade de nível moderado. No entanto, uma vez que o valor apresentado é uma média, não mostra o aspecto intermitente do jogo (ocorrência de acções de elevada intensidade).

A contribuição da via anaeróbia láctica parece ser modesta. Tal facto é indicado pelos valores de lactatémia obtidos após jogos de voleibol.

Tabela 5 Valores de lactatémia obtidos após jogos de voleibol

Autor	Lactatémia (mmol.l⁻¹)	Amostra
Dyba, 1982	3.6	Equipa Junior
Viitasalo et al., 1987	2.0	Equipa Finlandesa
Viitasalo et al., 1987	3.6	Seleccção Finlandesa
Kunstlinger et al., 1987	2.1-3.4	Equipa Alemã (Feminina)

Os valores apresentados estão abaixo do valor de 4 mmol/l, habitualmente referenciado para o limiar de lactato.

O gráfico 1, apresentado em seguida, mostra a depleção de glicogénio em fibras rápidas e lentas durante um campo de treino (Viitasalo et al., 1987). Este teve a duração de 3 dias. O jogo foi realizado no último dia e realizaram-se 5 sets. Os sujeitos pertenciam à selecção Finlandesa.

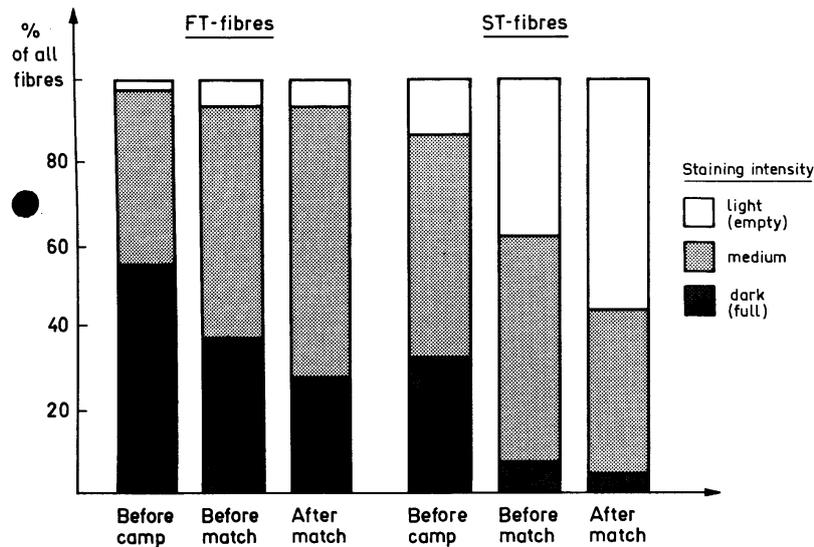


Gráfico 1 Depleção de glicogénio em fibras rápidas e lentas durante um campo de treino de voleibol (adaptado de Viitasalo et al.1987).

Observa-se uma grande depleção de glicogénio, tanto nas fibras lentas como nas fibras glicolíticas rápidas. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Conlee et al. (1982). Estes autores relataram uma depleção de glicogénio nas fibras lentas ainda maior, quando comparadas com as fibras rápidas.

Outro parâmetro habitualmente avaliado diz respeito à potência aeróbia, sendo expresso através da determinação do $VO_{2máx}$. Para jogadores de voleibol, este tem variado em alguns estudos, entre $51,6 \pm 2,3$ a $56,6 \pm 3,3$ ml/kg/min (Dyba, 1982; Puhl et al., 1982; Viitasalo et al., 1987; Smith et al., 1992; Oliveira et al., 1999).

Em suma, tendo em conta o intervalo existente entre a realização de acções de elevada intensidade e o período necessário para a ressintese de fosfocreatina, de acordo com Viitasalo et al. (1987), a recuperação é realizada aerobicamente entre as acções de elevada intensidade. Segundo este autor, o voleibol não exige uma elevada capacidade anaeróbia láctica.

Antropométrica

De acordo com os dados obtidos em alguns estudos (Puhl et al., 1982; Viitasalo, 1982; Viitasalo et al., 1987; Oliveira et al., 1999), a altura média de um jogador de voleibol de elite situa-se entre os $190,8\text{cm} \pm 4,5\text{cm}$ e os $195,0\text{cm} \pm 6,2\text{cm}$. A massa

corporal varia entre os 83kg e os 90kg e a massa gorda representa 6,3% (Oliveira et al., 1999) a 9,9-10,5% (Viitasalo et al., 1987) da massa corporal.

2. VIAS ENERGÉTICAS

Toda a actividade humana fundamenta-se na capacidade de proporcionar energia em bases contínuas. Sem uma fonte contínua de energia, as células, incluindo o músculo, deixam de funcionar e morrem.

Existem seis formas de energia. Cada uma delas pode ser transformada de uma forma para outra. Mais especificamente, estamos interessados na transformação da energia química em energia mecânica. A energia mecânica manifesta-se no movimento humano, cuja fonte provém da transformação do alimento em energia química dentro do nosso organismo (Foss & Keteyian, 2000).

Ou seja, a energia utilizada pelo nosso organismo provém dos alimentos que ingerimos. É da degradação dos vários nutrientes que se obtém a energia química para todas as actividades celulares, incluindo a sua transformação em energia mecânica (Barata, 1997).

A energia libertada durante a desintegração do alimento não é utilizada directamente para realizar trabalho. Pelo contrário, é empregada para produzir outro composto químico, denominado adenosina trifosfato ou, mais simplesmente, ATP, que é armazenado em todas as células musculares. A célula só consegue realizar seu trabalho especializado a partir da energia libertada pela desintegração do ATP (Foss & Keteyian, 2000). É então através da hidrólise do ATP que se liberta energia, sendo esta utilizada pela fibra muscular para promover o deslizamento das miofibrilhas de actina e miosina, resultando no encurtamento do músculo (Pereira & Rasoilo, 2001).

O ATP é formado por uma cadeia linear de três grupos fosfatos ligados a um nucleótido modificado e a uma ribose. É a partir da energia libertada durante a degradação deste composto em adenosina difosfato (ADP) e fósforo inorgânico (Pi), que a célula consegue obter a energia necessária ao seu funcionamento. Assim, qualquer

que seja o tipo de exercício, a fonte imediata de energia do músculo é obtida a partir do ATP, segundo o seguinte esquema:



Quando se dá a ligação do ATP com a água (H₂O), através de uma reacção catalizada pela enzima trifosfato de adenosina (ATPase), a ligação de fosfato mais extrema é rompida e dá-se a libertação de um ião fosfato dando origem ao ADP. Esta reacção liberta aproximadamente 7,3 kcal de energia livre por mol de ATP degradada para ADP (McArdle et al., 1998).

Segundo Barata (1997), a concentração de ATP nas células musculares é baixa (80 a 100g), e o facto de não existirem reservas de ATP já sintetizado torna necessário formá-lo à medida que vai sendo utilizado.

Segundo Foss & Keteyian (2000), existem três processos produtores de energia para a elaboração do ATP:

- 👉 Sistema ATP-PC (Sistema Anaeróbio Aláctico ou via dos Fosfagénios) – no qual a energia para a ressíntese do ATP provém apenas de um único composto, a fosfocreatina (PC);
- 👉 Sistema Glicolítico (Sistema Anaeróbio Láctico) – que gera ácido láctico, mas proporciona ATP a partir da degradação parcial da glicose ou do glicogénio;
- 👉 Sistema Aeróbio – que envolve o uso de oxigénio.

2.1 Via Anaeróbia Aláctica

Tem esta denominação, pois ocorre sem a presença de oxigénio e não existe a produção de ácido láctico (Vander et al., 1996).

Esta via é também denominada de fosfagénios. A fosfocreatina, como o ATP, é armazenada nas células musculares. Já que tanto ATP quanto PC contém grupos fosfato, são denominados colectivamente como fosfagénios de alta energia (Foss & Keteyian, 2000).

As células musculares possuem concentrações baixas de ATP, o que leva ao seu esgotamento em cerca de 2 segundos durante um esforço máximo, sendo então

necessário renovar constantemente o ATP (McArdle et al., 1998). O armazenamento de PC no músculo é cerca de três vezes maior que o de ATP (Foss & Keteyian, 2000).

Tabela 6 Estimativa da energia disponível no corpo através do sistema dos Fosfagénios (ATP-PC) (Foss & Keteyian, 2000).

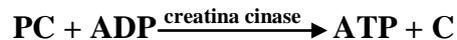
	ATP	PC	Fosfagénio total (ATP + PC)
1. Concentração Muscular			
a) mmol/kg de músculo	4-6	15-17	19-23
b) mmol de massa muscular total*	120-180	450-510	570-690
2. Energia útil**			
a) kcal/kg de músculo	0,04-0,06	0,15-0,17	0,19-0,23
b) kcal de massa muscular total	1,2-1,8	4,5-5,1	5,7-6,9

*Admitindo-se 30kg de músculo em um homem de 70kg

** Admitindo-se 10kcal por mol de ATP

Neste sistema, a energia necessária para a regeneração de ATP é obtida a partir da PC, e o processo pelo qual ocorre é denominado de transfosforilação.

PC é semelhante ao ATP pelo facto de que quando o seu grupo fosfato é removido, é libertada uma grande quantidade de energia. Os produtos finais dessa desintegração são a creatina (C) e o fosfato inorgânico (Pi). A energia libertada torna-se imediatamente disponível e será acoplada bioquimicamente com a ressíntese do ATP. À medida que o ATP é desintegrado durante a contracção muscular, é formado de novo a partir de ADP e Pi pela energia gerada durante a desintegração da PC armazenada. A enzima que cataliza a desintegração da PC com a subsequente formação de ATP é denominada creatina cinase (Foss & Keteyian, 2000). Esta reacção pode ser assim representada:



O único meio pelo qual PC pode ser formada novamente a partir de Pi e C é pela energia libertada pela desintegração do ATP. Isso ocorre durante a recuperação, após um exercício, com a fonte primária de ATP provindo daquela obtida pela desintegração das substâncias alimentares. Assim sendo, quando as reservas de PC são depletadas nas actividades de ultra-intensidade de alta velocidade, elas só poderão ser reabastecidas efectivamente após o início da recuperação (Foss & Keteyian, 2000).

Esta parece ser uma via preponderante no Voleibol, devido à solicitação de acções de elevada intensidade. De acordo com vários autores, (Dyba, 1982; Puhl et al., 1982;

Gionet 1980; Conlee et al., 1982; Viitasalo et al., 1987), o voleibol é um desporto no qual existem solicitações de potência anaeróbia aláctica, com períodos de recuperação razoavelmente longos. Ou seja, o tempo que separa a realização das acções de elevada intensidade permitirá a recuperação do sistema. Segundo Foss & Keteyian (2000), a energia ATP necessária para a restauração dos fosfagénios é fornecida principalmente pelo sistema aeróbio através do oxigénio consumido durante o componente rápido do período de recuperação do oxigénio. Segundo este mesmo autor, em 30 segundos são restauradas 70% das reservas de ATP e PC.

De acordo com Wilmore & Costill (1999) as reservas de ATP e PC apenas podem manter as necessidades energéticas dos músculos de 3 a 15 segundos, durante um esforço máximo.

Segundo Foss & Keteyian (2000), o sistema dos fosfagénios representa a fonte mais rapidamente disponível de ATP utilizada pelo músculo, porque:

- Tanto o ATP quanto o PC estão armazenados directamente dentro do mecanismo contráctil do musculo;
- Não depende de uma longa série de reacções químicas;
- Não depende do transporte do oxigénio que respiramos para os músculos activos.

Como pudemos constatar, através desta via é possível obter energia de forma rápida. No entanto, devido às reduzidas reservas de ATP e PC presentes no músculo, a sua duração é bastante curta. Como tal, quando a necessidade de produzir trabalho muscular se prolonga, o organismo tem de recorrer a outros sistemas de produção de energia.

2.2 Via Anaeróbia Láctica

Esta via é também denominada via glicolítica. Ocorre sem presença de oxigénio. No entanto, devido à formação de lactato como produto final, diz-se láctica.

Esta via energética consiste no processo de desdobramento da glicose, armazenada a nível muscular, hepático, ou mesmo existente na circulação sanguínea, em ATP e ácido pirúvico.

No nosso corpo, todos os hidratos de carbono são transformados no açúcar simples glicose, que pode ser utilizado imediatamente nessa forma, ou armazenado no

fígado e nos músculos como glicogénio. A glicose é metabolizada apenas parcialmente pelo processo de glicólise anaeróbia, que ocorre no citosol (líquido intracelular) da célula muscular, sem necessidade de oxigénio (Foss & Keteyian, 2000).

Do ponto de vista químico, a glicólise anaeróbia é mais complicada que o sistema dos fosfagénios, pois requer 12 reacções químicas separadas, porém sequenciais, para sua concretização. Cada uma das reacções requer a presença de uma enzima específica para que possa ocorrer com uma velocidade suficiente (Foss & Keteyian, 2000).

Na ausência de oxigénio, a produção de NADH ultrapassa a capacidade da célula em oxidar os átomos de hidrogénio. Assim, os hidrogénios em excesso combinam-se com o piruvato, formando o ácido láctico. Isto acontece através de uma reacção reversível catalisada pela enzima Desidrogenase Láctica (LDH).



Segundo McArdle et al. (1996), este sistema é três vezes mais rápido que a via aeróbia, pelo que é bastante importante na manutenção de esforços de intensidade elevada. No entanto, não suporta esforços além dos três minutos.

Quando a acumulação de lactato aumenta no sangue e nos músculos, e a síntese de ATP não consegue satisfazer as necessidades, o exercício tenderá gradualmente para o seu fim, instalando-se uma situação de fadiga (McArdle et al., 1996).

Segundo Foss & Keteyian (2000), durante um exercício exaustivo, os músculos e o sangue conseguem tolerar a acumulação de apenas cerca de 60 a 70g de ácido láctico antes de surgir fadiga.

Esta grande quantidade de ácido láctico que se forma durante a glicólise anaeróbia não se perde no organismo. Pelo contrário, pode ser novamente convertido em glicose, através de um processo bioquímico que ocorre no fígado (ciclo de Cori), ou pode ser utilizado directamente como fonte energética durante um exercício moderado (McArdle et al., 1996).

A concentração de lactato que se encontra no sangue, resultado da realização de um esforço intenso, é um indicador da participação do metabolismo anaeróbio durante a realização desse mesmo esforço (Williams, 1997).

Tabela 7 Valores de lactatémia obtidos após jogos de voleibol.

Autor	Lactatémia (mmol.l ⁻¹)	Amostra
-------	------------------------------------	---------

Dyba, 1982	3.6	Equipa Junior
Viitasalo et al., 1987	2.0	Equipa Finlandesa
Viitasalo et al., 1987	3.6	Seleccção Finlandesa
Kunstlinger et al., 1987	2.1-3.4	Equipa Alemã (Feminina)

Embora existam autores que indicavam que o voleibol era um desporto com características anaeróbias (nomeadamente Fox & Mathews (1974)), estudos posteriores vieram contrariá-los.

Podemos observar na tabela 7, a qual apresenta valores de lactatémia obtidos após jogos de voleibol, que a contribuição da via anaeróbia láctica parece ser modesta.

Em suma, podemos referir que a via anaeróbia láctica:

- Resulta na formação de ácido láctico, que está relacionado com a fadiga muscular;
- Não requer a presença de oxigénio;
- Utiliza apenas hidratos de carbono como seu combustível alimentar;
- Liberta energia suficiente para a ressíntese de poucos moles de ATP.

2.3 Via Aeróbia

Esta é a mais complexa e lenta das três vias energéticas (Wilmore & Costill, 1994), mas ao mesmo tempo, a mais eficiente em termos de quantidade de energia produzida.

Ao contrário das vias descritas anteriormente, esta necessita de oxigénio para se realizar. Como nos sistemas anaeróbios, as reacções do sistema aeróbio ocorrem dentro da célula muscular, porém ficam confinadas em organelas subcelulares especializadas, denominadas mitocôndrias (Foss & Keteyian, 2000).

As muitas reacções do sistema aeróbio podem ser divididas em três séries principais: glicólise aeróbia, ciclo de Krebs e sistema de transporte de electrões (Wilmore & Costill, 1994; Foss & Keteyian, 2000).

Glicólise aeróbia: No metabolismo dos hidratos de carbono, a glicólise tem um papel tanto na produção do ATP anaeróbio como aeróbio (Wilmore & Costill, 1994). O processo da glicólise é o mesmo quer se esteja na presença ou não do oxigénio. A sua presença apenas determina o destino do produto final – ácido pirúvico. Na presença de oxigénio, o ácido pirúvico em vez de ser acumulado vai ser convertido num componente denominado acetil-coenzima A (acetil-CoA), que irá funcionar como substrato para o ciclo de Krebs.

Ciclo de Krebs: Aqui, o ácido pirúvico é submetido a um conjunto de reacções que terão como produto final a libertação de CO₂ (que é transportado pelo sangue e eliminado pelos pulmões), H⁺ e electrões (e⁻) (Chicharro & Vaquero, 1995).

Sistema de transporte de electrões: O transporte de electrões é realizado na membrana interna da mitocôndrea. O produto final – água – do metabolismo aeróbio é formado a partir dos H⁺ e electrões que foram removidos no ciclo de Krebs e com o oxigénio proveniente da respiração, por uma série de reacções que compõem a cadeia respiratória (Foss & Keteyian, 2000). Observando-se no seguinte esquema:



Na globalidade da via aeróbia haverá uma produção de energia final de 38 ou 39 ATP.

Enquanto que o glicogénio pode ser metabolizado aeróbia e anaerobiamente, as gorduras e as proteínas só produzem energia na presença de O₂.

Metabolismo das gorduras

A gordura armazenada representa a fonte energética mais abundante, sendo por isso a capacidade de produção de energia quase ilimitada (McArdle et al., 1996).

As gorduras, na forma de triglicerídeos, sofrem uma série de reacções, que recebe a designação de oxidação-beta, sendo transformadas em compostos com 2 carbonos (grupo Acil), para penetrarem no Ciclo de Krebs e no STE (Foss & Keteyian, 2000). A quantidade de ATP ressintetizado é variável com diferentes ácidos gordos, no entanto é superior à quantidade obtida através dos hidratos de carbono.

As reservas de gordura são bastante grandes, podendo fornecer energia para várias horas de exercício físico.

Metabolismo das proteínas

As proteínas desempenham um papel discreto como fonte de ATP. Em exercício, a sua contribuição para o suprimento global de energia não ultrapassará 5 a 10%. A energia é proporcionada em parte pelo ciclo glicose-alanina (Foss & Keteyian, 2000).

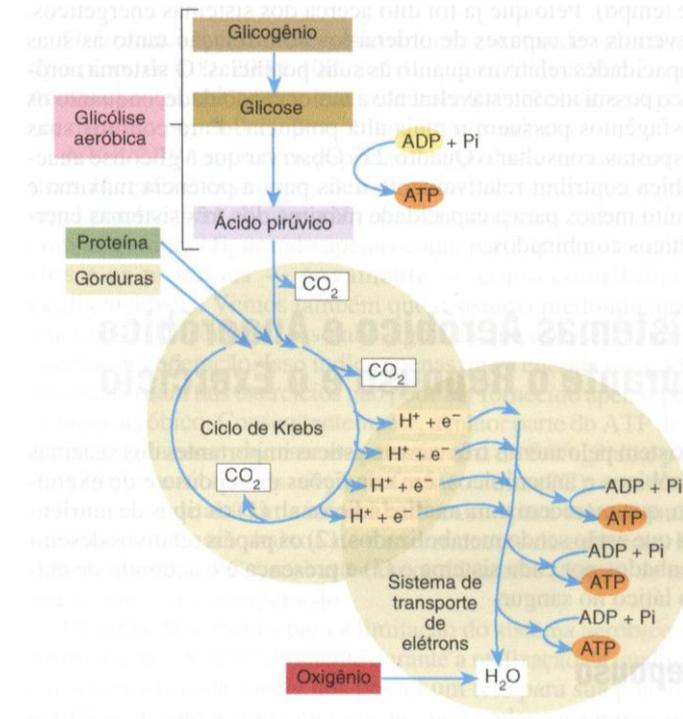


Figura 1. Esquema resumo do sistema aeróbio – glicólise aeróbica; Ciclo de Krebs e sistema de transporte de elétrons. (Foss & Keteyan, 2000)

Como vimos anteriormente, a via anaeróbia aláctica apresenta grande importância para os jogadores de voleibol. Ora, segundo Foss & Keteyian (2000), a energia ATP necessária para a restauração dos fosfagénios é fornecida principalmente pelo sistema aeróbio através do oxigénio consumido durante o componente rápido do período de recuperação do oxigénio. Segundo este mesmo autor, em 30 segundos são restauradas 70% das reservas de ATP e PC. Ora, Viitasalo et al. (1987) analisou partidas de voleibol e verificou que em média, os jogadores Finlandeses realizaram uma acção de alta intensidade a cada 24,3 segundos (jogadores na frente do campo) e a cada 41,7 segundos (jogadores do fundo do campo). Valores semelhantes foram encontrados para os jogadores Americanos e Russos.

A **potência aeróbia máxima** é expressa pelo $VO_{2máx}$ e reflecte a capacidade máxima de captar, fixar, transportar e utilizar o oxigénio.

O $VO_{2\text{máx}}$ de jogadores de voleibol avaliado em alguns estudos (Dyba, 1982; Puhl et al., 1982; Viitasalo et al., 1987; Conlee et al., 1990; Smith et al., 1992; Oliveira et al., 1999) variou entre $51,6 \pm 2,3$ a $56,6 \pm 3,3$ ml/kg/min.

A **capacidade aeróbia** caracteriza-se como o ponto de transição entre o metabolismo aeróbio e anaeróbio, também denominado limiar anaeróbio. Um elevado limiar anaeróbio traduz-se numa maior capacidade aeróbia e, conseqüentemente, numa rápida e eficiente recuperação durante esforços de grande intensidade.

Na literatura encontram-se poucos valores do limiar anaeróbio de jogadores de voleibol. Conlee et al. (1990), determinou o limiar anaeróbio dos jogadores da selecção nacional dos Estados Unidos da América, vencedores dos Jogos Olímpicos de 1984. O limiar anaeróbio destes jogadores encontrava-se nos $36,7 \pm 2,1$ ml/kg/min. Viitasalo et al. (1987), determinou o limiar anaeróbio dos jogadores da selecção nacional da Finlândia, encontrando valores de limiar anaeróbio de $45,2 \pm 4,8$ ml/kg/min.

2.4 Interligação das Vias Energéticas

Não é possível classificar as actividades como estritamente aeróbias ou anaeróbias. Pelo contrário, elas exigem uma combinação dos metabolismos anaeróbios e aeróbio (Foss & Keteyian, 2000). Para diferentes intensidades e durações predomina uma via em relação a outra. Este conceito é denominado por diversos autores como contínuo energético (Foss & Keteyian, 2000; Wilmore & Costill, 2000; Ferrero & Vaquero, 1995).

Devemos encarar o metabolismo energético numa perspectiva global, de modo a que possamos compreender os processos de regulação das várias formas de produção, bem como a forma como estas interagem (Robergs e Roberts, 1997).

Ou seja, a energia necessária para originar a contracção muscular é obtida através das três vias energéticas em simultâneo, em que a contribuição de cada uma delas varia dependendo das características da actividade realizada.

Na tabela 8 podemos observar a contribuição de cada via, de acordo com a duração do esforço.

Tabela 8 Percentagem de contribuição das três vias energéticas em esforços de várias durações (Adaptado de Astrand, citado por Macdougall et al., 1990).

Tempo de esforço máximo	Via Anaeróbia Aláctica	Via Anaeróbia Láctica	Via Aeróbia
-------------------------	------------------------	-----------------------	-------------

5 s	85	10	5
10 s	50	35	15
30 s	15	65	20
1 min	8	62	30
2 min	4	46	50
4 min	2	28	70
10 min	1	9	90
30 min	1	5	95
1 h	1	2	98
2 h	1	1	99

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS METABOLISMOS ENERGÉTICOS

A avaliação dos metabolismos energéticos visa quantificar a capacidade e potência das vias anaeróbias e aeróbia. Por capacidade entende-se a energia total cedida pelo sistema para a realização da actividade, e por potência, a energia máxima gerada por unidade de tempo (Rodriguez e Aragonês, 1992).

Em função do local, equipamento utilizado e das condições de realização, os testes podem ser classificados como testes laboratoriais, testes de campo ou testes mistos. Todos os testes apresentam vantagens e desvantagens, pelo que a sua selecção deve ser feita em função das características e exigências do estudo a realizar, bem como dos meios disponíveis.

De seguida referem-se algumas vantagens e desvantagens dos vários tipos de testes:

Testes de Laboratório:

– *Vantagens:*

- Material sofisticado;
- Controlo rigoroso das variáveis externas;
- Medição precisa e objectiva dos sistemas energéticos;
- Estandardização dos procedimentos, possibilitando a realização de comparações inter-grupais.

– *Desvantagens:*

- Material volumoso e caro;

- Grande complexidade técnica e metodológica;
- Só testam uma pessoa de cada vez;
- Podem não ser específicos.

Testes de Campo:

– *Vantagens:*

- Testes de simples aplicação e interpretação dos resultados;
- Mais específicos relativamente às modalidades;
- Possibilidade de testar várias pessoas simultaneamente.

– *Desvantagens:*

- Escassa precisão;
- Influenciados por inúmeras variáveis externas;
- Não indicam com exactidão as melhoras fisiológicas das capacidades energéticas, pois podem não avaliar correctamente a especificidade dos sistemas energéticos.

Testes Mistos:

– *Vantagens:*

- Requerem pouco equipamento;
- Condições de controlo um pouco mais rigorosas do que as dos testes de campo;
- Existe uma aproximação do ambiente laboratorial

Embora os testes de campo sejam menos fiáveis enquanto que os de laboratório possuem maior validade, ambos apresentam vantagens e desvantagens, o importante é que se complementem (Macdougall et al., 1995).

3.1 Avaliação da Via Aeróbia

A avaliação desta via ocorre através da determinação da Potência Aeróbia Máxima, e da Capacidade Aeróbia. Enquanto a potência aeróbia se refere à quantidade máxima de oxigénio que pode ser captado, fixado, transportado e utilizado pelo organismo durante um esforço máximo de características gerais; a capacidade aeróbia refere-se à zona de transição entre o exercício predominantemente aeróbio e o início de uma importante participação do metabolismo anaeróbio.

3.1.1 Avaliação da Potência Aeróbia ($VO_{2máx}$)

A obtenção do $VO_{2máx}$ pode ser realizada através de diferentes protocolos e utilizando diferentes tipos de exercícios.

Os protocolos de esforço podem ser directos ou indirectos. Dentro destes podemos ainda classificá-los:

- Quanto à intensidade: máximos e sub-máximos;
- Quanto ao modo de administração da carga: constantes e progressivos. Dentro dos progressivos existem contínuos, e por níveis. Por níveis, podem ou não ter intervalos. Os intervalos, podem ser activos ou passivos.

Laboratorialmente, utilizam-se provas ergométricas. Em tapete rolante os valores de $VO_{2máx}$ obtidos costumam ser 5 a 15% mais elevados do que os obtidos na bicicleta ergométrica.

A determinação directa é obtida através de um sistema de análise de gases expirados, funcionando em circuito aberto ou fechado. As provas máximas, quando correctamente administradas permitem que o indivíduo atinja realmente o $VO_{2máx}$ (McArdle et al., 1998).

Para garantir a obtenção do $VO_{2máx}$, normalmente utilizam-se os seguintes critérios:

- QR superior a 1;
- Obtenção da frequência cardíaca máxima pré-determinada;
- Lactatémia superior a 8 mmol/l;
- Exaustão;
- Valor de consumo a partir do qual um aumento da intensidade do esforço provoca uma estabilização ou mesmo uma ligeira queda do VO_2 .

O $VO_{2máx}$ quando determinado para modalidades onde não se utilize o peso corporal, como no ciclismo ou canoagem, deve ser expresso em termos absolutos

(l/min). Por outro lado, em modalidades onde se transporta o peso corporal, este deverá exprimir-se em termos relativos (ml/kg/min).

3.1.2 Avaliação da Capacidade Aeróbia

A capacidade aeróbia reporta-se à energia disponível para o trabalho aeróbio e reflecte a capacidade de manter uma determinada intensidade de exercício durante um período prolongado de tempo com baixa concentração de lactato sanguíneo. Esta capacidade é habitualmente expressa pelo limiar anaeróbio. Apesar de este ser um conceito que por vezes gera controvérsia na sua designação. Para Foss & Keteyan (2000), o limiar anaeróbio é definido como o VO_2 do exercício acima do qual a produção de energia anaeróbia através da glicólise é acelerada para suplementar a produção de energia aeróbia. Por outro lado, considera que o limiar anaeróbio está relacionado com outro conceito, o limiar de lactato, que será o ponto onde, durante exercício, ocorre o aumento não linear no lactato sanguíneo.

Para McArdle et al. (1998), o limiar de lactato é a zona onde o lactato tem um aumento sistemático igual ou acima de um nível de 4,0 mmol/L. Esta zona é denominada por ponto de início do acumular de lactato no sangue ou OBLA (onset of blood lactate accumulation).

Torna-se então importante conhecer estes limiares, pois dois atletas com o mesmo $VO_{2máx}$ poderão ter performances diferentes devido a estes limiares.

Foss & Keteyian (2000), mencionam que este ponto de ruptura poderá ser determinado através do método de inclinação V (V-slope), que reflecte o ponto de interacção entre duas rectas S1 e S2. Sendo a recta S1 referente a um maior aumento no consumo de VO_2 em relação à produção de VCO_2 , (fenómeno que se verifica durante as fases iniciais e intermédias de um exercício), e a recta S2 correspondente a um posterior aumento da produção de VCO_2 em relação ao consumo de VO_2 .

A determinação do limiar de lactato é usualmente realizada através de métodos invasivos, em que se recolhe pequenas amostras de sangue e se procede à sua posterior análise, verificando a concentração sanguínea de lactato (Cabral, 1998).

O limiar anaeróbio parece ser influenciado por uma grande variedade de factores, como a idade do indivíduo, a especificidade da modalidade desportiva, a intensidade do exercício, o protocolo utilizado na sua determinação, as adaptações provocadas pelo treino, a quantidade de musculatura dominante, a duração da carga e o tempo de recolha sanguínea (Borch, Ingjer, Larsen & Tomten, 1993).

3.2 Avaliação das Vias Anaeróbias

Como já foi referido anteriormente, de forma anaeróbia (sem presença de oxigénio) a ressíntese de ATP poderá ser realizada por duas vias, aláctica ou láctica.

Outro aspecto importante quando se pretende avaliar a performance dos diversos sistemas energéticos, é o de ter em consideração a distinção entre a capacidade e a potência do referido sistema. Assim, a quantidade total de energia dispendida por um determinado sistema, para a realização de trabalho, diz respeito à sua capacidade (Bouchard et al., 1991). Por outro lado, a habilidade que um músculo, ou um grupo muscular, possui para produzir a máxima quantidade de trabalho por unidade de tempo, traduz a potência energética desse mesmo sistema (Barata, 1997).

Na avaliação do desempenho anaeróbio utilizam-se vários tipos de testes, que integram a realização de tarefas de grande intensidade e cuja duração pode oscilar entre os 200ms e 60s (Van Praagh, 1995). Em função da tarefa podemos então incluir os testes anaeróbios em duas categorias distintas:

- **Testes de muito curta direcção:** destinam-se a avaliar a potência anaeróbia máxima, pelo que determinam a potência mecânica mais elevada que um músculo ou grupo muscular consegue gerar, na realização de uma tarefa de muito curta duração (1s – 10s). Neste tipo de actividades o sistema de produção de energia solicitado é o sistema ATP-PC (via anaeróbia aláctica). São exemplo de testes para determinar a potência anaeróbia: impulsão vertical na plataforma de forças, impulsão vertical-sargeant; força-velocidade, alguns dos testes propostos por Bosco (Squat Jump, Counter Movement Jump; Drop Jump).

- **Testes de curta duração:** avaliam a capacidade de o músculo manter a potência elevada durante um período que oscila normalmente entre os 15 e 30s, pelo que permitem determinar a capacidade anaeróbia.

São exemplo de testes para determinar a capacidade anaeróbia: Wingate, Multi Jump 30 e 60s (Bosco), “Sprint Running – motorized treadmill”.

Os **testes de impulsão vertical** visam avaliar, de forma indirecta, as diferentes expressões de força dos membros inferiores. Estes testes podem ser realizados com ou sem recurso à plataforma de forças.

Os testes realizados na plataforma de forças são considerados como o “Gold Standard” dos testes de impulsão vertical, sendo inclusivamente utilizados como instrumento de validação de outros testes de potência anaeróbia (Van Praagh, 1996).

O teste de Bosco é um tipo de teste realizado numa plataforma (Ergojump), que poderá ser utilizado para avaliar a potência e a capacidade das duas vias anaeróbias (Tous, 1999). Segundo Rodriguez & Aragonês (1992), a plataforma Ergojump permite registar o tempo de voo, em diversos tipos de saltos, calculando automaticamente a elevação do centro de gravidade. Em alguns casos regista também o tempo de contacto.

A bateria de teste de Bosco é constituída por seis protocolos estandardizados:

- Squat Jump;
- Squat Jump com cargas progressives (load jump);
- Counter Movement Jump;
- Counter Movement Jump as, também denominado Abalakov;
- Drop Jump;
- Rebound Jump.

No nosso estudo serão utilizados quatro destes saltos.

Squat Jump: sobre a plataforma de forças, em posição estática, o sujeito, com as mãos na cintura, os pés à largura dos ombros e os joelhos flectidos a 90° realiza um salto vertical, procurando atingir a maior altura possível (sem realizar nenhum contra-movimento e sem tirar as mãos da cintura). Este teste avalia a potência dos membros inferiores, assim como a capacidade de recrutamento de unidades motoras;

Countermovement Jump: sobre a plataforma de forças, partindo de posição estática, com as mãos na cintura, os pés à largura dos ombros e os membros inferiores em extensão, o sujeito realiza uma flexão dos joelhos até 90° seguido de um salto vertical, procurando atingir a maior altura possível (sem retirar as mãos da cintura). Este teste avalia a força explosiva dos membros inferiores com reutilização da energia elástica e aproveitamento do reflexo miotático;

Drop Jump: a partir de um plano acima da plataforma de forças, com as mãos na cintura, o sujeito deixa-se cair sobre a plataforma e ressalta de imediato, executando um salto vertical, em que procura atingir a maior altura possível. Este teste permite avaliar a força-explosiva-reactiva-balística.

Rebound Jump: sobre a plataforma de forças, o sujeito realiza uma série de saltos contínuos (executados como no Counter Movement Jump), durante um período de tempo pré-estabelecido.

Segundo Bosco (1985, citado por Mouche, 2001), as qualidades fisiológicas mais afectadas pela potência explosiva são: a união neuromuscular, fibras rápidas, elasticidade muscular e as reservas energéticas de rápida utilização (ATP e PC).

No voleibol, os membros inferiores têm um papel fundamental em toda a prestação do atleta, tanto a nível dos deslocamentos, como na execução dos gestos técnicos. A necessidade de avaliar a força rápida e a potência muscular dos membros inferiores num voleibolista é importante no planeamento do treino, selecção e detecção de talentos.

O teste de **Força-Velocidade** tem por objectivo determinar a potência anaeróbia máxima em cicloergómetro. Surge na tentativa de ultrapassar algumas das limitações metodológicas dos testes de avaliação da potência anaeróbia máxima em cicloergómetro, nomeadamente ao nível da selecção da resistência externa (carga) a aplicar.

O seu protocolo é composto por vários sprints (4-7) máximos de curta duração (5 a 8s) no cicloergómetro, contra diferentes mas constantes cargas (resistências).

Sendo a potência o produto da força (resistência aplicada) pela velocidade (número de revoluções por minuto), é possível determinar o valor máximo atingido em cada sprint. Uma vez que a relação entre a força e a velocidade é inversa, o aumento da resistência aplicada implica um decréscimo da velocidade máxima atingida em cada uma das repetições. A parábola que traduz a relação entre a força aplicada e a potência gerada permite deduzir, por interpolação linear, a potência máxima para cada indivíduo, bem como a força necessária para atingir esse valor.

Bar-Or (1996), demonstrou que este teste apresenta um conjunto de vantagens que se deve ter em conta quando se pretende avaliar o pico de potência máxima, tais como:

- O valor da potência anaeróbia máxima obtida através deste teste, resulta da utilização de uma resistência mais próxima de uma resistência óptima, sendo um valor mais próximo do real pico de potência anaeróbia do indivíduo naquela tarefa, relativamente ao conseguido no teste de Wingate ou outros testes de cicloergómetro;

- É menos fatigante do que outros testes, uma vez que os sprints são de curta direcção;

- Este teste pode ser usado como um pré-teste para identificar a resistência óptima a aplicar noutros testes para cicloergómetro;

- A relação força-velocidade pode ser monitorizada durante o teste.

O **teste de Wingate** foi desenvolvido durante os anos 70, no Departamento de Pesquisa e Medicina Desportiva do Instituto Wingate para a Educação Física e Desporto, em Israel, e é o teste mais usado na avaliação da performance anaeróbia. Este teste tem sido utilizado em laboratórios de todo o mundo, para avaliar a potência muscular, resistência muscular e fatigabilidade (Inbar et al., 1996).

O teste é realizado num cicloergómetro e consiste num sprint máximo de 30s, contra uma resistência constante, relacionada com a massa corporal do indivíduo (0,075kg por kg de peso).

Os indicadores de performance normalmente considerados na análise dos resultados, são:

- **Potência máxima:** corresponde ao valor de potência mais elevado registado num intervalo de tempo. Este indicador traduz a potência anaeróbia;

- **Potência média:** constitui o valor médio da potência calculado durante os trinta segundos. Este indicador traduz a capacidade anaeróbia;

- **Índice de fadiga:** representa a razão entre a diferença do valor mais alto de potência e o valor mais baixo de potência conseguida durante o teste, pelo pico de potência conseguido (expresso em percentagem). Este indicador traduz o valor do decréscimo da potência no decorrer do teste até à sua conclusão;

- **Trabalho total realizado:** expressa a razão entre a potência média conseguida, pelo tempo total de prova.

3.3 Testes de Terreno

Como já foi referido anteriormente, os testes de terreno apresentam algumas desvantagens na sua aplicação. No entanto, são aqueles que os treinadores têm possibilidade de aplicar aos seus atletas.

Os testes de terreno apresentam, entre outras, a vantagem da especificidade.

No Voleibol, existem alguns testes habitualmente utilizados para a avaliação e controle do treino.

Cloes (s/d), cita vários autores (Héhal & Granvorka, 1984; Petit, 1983; Sawula, 1979; Toyoda, 1979) que propuseram baterias de testes para avaliar a aptidão física dos voleibolistas.

Alguns dos testes propostos por estes autores, são:

- Avaliação do salto vertical sem corrida de preparação

Avalia-se a altura alcançada pelo atleta, em pé, com o braço elevado em extensão máxima. Em seguida, avalia-se a altura alcançada após a realização de um salto máximo, na vertical, sem corrida preparatória. Pode considerar-se a altura alcançada ou, se subtrairmos a altura alcançada pelo atleta, em pé, com o braço elevado em extensão máxima à altura alcançada após a realização de um salto máximo, na vertical, sem corrida preparatória, obtemos a distância correspondente á deslocação do centro de gravidade. Segundo o mesmo autor, podemos ainda calcular a potência anaeróbia aláctica. Para tal, usa-se a seguinte fórmula: $PAA = (2,2 * P * \sqrt{h}) / 9,8$. Em que P corresponde à massa corporal expressa em kg e h a altura, expressa em cm. PAA é expressa em w/kg.

- Avaliação do salto vertical com corrida de preparação

É em tudo semelhante ao salto anterior, com a excepção que o individuo deverá realizar uma corrida preparatória de 3m.

- Triplo salto

O indivíduo coloca-se atrás da linha de partida com os pés juntos. O jogador realiza três saltos em extensão, e mede-se a distância percorrida entre a linha de partida e o pé mais atrasado do jogador.

- Sprint de 20m

O jogador realiza uma corrida de 20m à velocidade máxima. Ao sinal sonoro do avaliador, o jogador inicia a corrida e é contado o tempo até este ultrapassar a linha final.

- “Teste Japão”

Este teste consiste na realização de deslocamentos laterais entre duas linhas, tocando com a mão nas mesmas, num determinado espaço de tempo.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Neste estudo participaram jogadores da Associação Académica de Coimbra – Secção de Voleibol. Estes, encontram-se divididos por duas equipas – Académica A e Académica B.

Participaram no estudo 17 atletas do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 20 e os 31 anos, apresentando uma idade média de $23,8 \pm 3,3$ anos.

2. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

A recolha de dados decorreu entre Fevereiro e Maio de 2004, no Laboratório de Biocinéctica da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e nos Pavilhões 2 e 3 do Estádio Universitário de Coimbra.

O primeiro contacto com os atletas consistiu numa conversa através da qual lhes foi explicado o objectivo do estudo, assim como todo o procedimento. Foram ainda esclarecidas todas as dúvidas colocadas.

Nos dias de recolha de dados, foi seguido um procedimento igual para todos os atletas.

No primeiro dia, era-lhes dado o termo de consentimento a ler e assinar, sendo em seguida, recolhidas as variáveis antropométricas.

Nos dias subsequentes, eram realizados os testes de acordo com os protocolos estabelecidos. Em cada dia apenas se realizava um teste (no caso dos testes laboratoriais), ou um grupo de testes (no caso da bateria de testes no Ergojump, ou dos testes de terreno).

3. CARACTERIZAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

As medições, de uma forma geral, foram executadas com o indivíduo na posição anatómica de referência: posição vertical, com o olhar dirigido para a frente, membros superiores suspensos e paralelos ao tronco, palmas das mãos orientadas para a frente e membros inferiores unidos e em extensão. Excepção a esta posição, foram as medições das pregas geminal e crural, do perímetro crural e dos diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo-femural.

As medições utilizadas para a avaliação da composição corporal dos indivíduos foram as seguintes:

3.1. Estatura

A estatura, ou altura total do corpo, foi medida entre o *vertex* e o plano plantar, estando a cabeça com o plano de *Frankfurt* paralelo ao solo e o corpo na posição anatómica.

Depois de colocada a régua do estadiómetro (marca SECA[®], modelo 220/221, com precisão até às décimas de centímetro) fixada à parede, os participantes descalçaram-se e colocaram-se de costas para a mesma, na posição já referida anteriormente. Efectuados estes procedimentos, o observador deslocou o cursor até este tocar no *vertex* da cabeça do atleta.

Por fim, o indivíduo retirou-se da posição de medida, de modo a permitir uma observação precisa e um conseqüente registo por parte do observador. Os resultados foram expressos em centímetros, com aproximação às décimas.

3.2. Envergadura

Para medir a envergadura, o executante encosta-se à parede com os membros superiores afastados e estendidos à altura dos ombros, com as omoplatas encostadas à parede e o olhar dirigido para a frente. A distância obtém-se com a ajuda de uma fita adesiva colada sobre a parede, as extremidades distais dos dedos médios, medindo de seguida esta distância com uma fita métrica.

3.3. Massa Corporal

Os participantes descalços e com vestuário leve (“t-shirt” e calções), colocaram-se em cima da balança mecânica portátil (marca SECA[®], modelo 714), na posição já referida e imóveis. Os valores foram expressos em quilogramas (kg), com aproximação às décimas.

3.4. Diâmetros

Para determinação dos diâmetros ósseos foi utilizado um compasso de pontas redondas e um antropómetro de pontas curvas, ambos da marca GPM[®]. Os valores foram registados em centímetros, com aproximação às décimas.



Figura 2. Compasso de pontas redondas da marca GPM[®]

- **Diâmetro bicôndilo-umeral:** este diâmetro foi medido entre a epitroclea e o epicôndilo do úmero. O atleta colocou-se com o cotovelo flectido a 90 graus, elevado à altura do ombro e em supinação. Os ramos do compasso estão dirigidos para cima na bissetriz do ângulo recto formado a nível do cotovelo. A medida é ligeiramente oblíqua devido ao facto da epitroclea estar num plano ligeiramente inferior ao epicôndilo;
- **Diâmetro bicôndilo-femural:** este diâmetro foi medido entre os pontos mais salientes dos condilos lateral e mediano do fémur. O atleta encontrava-se sentado, com o joelho flectido a 90 graus;
- **Diâmetro biacromial:** diâmetro medido entre os dois pontos acromiais;
- **Diâmetro bicristal:** diâmetro medido entre os dois pontos mais exteriores da crista ilíaca superior;
- **Diâmetro toraco-transverso:** diâmetro medido colocando as pontas das hastes na linha midaxilar, sobre a face externa da costela, ao nível do ponto *mesoesternale*;

- **Diâmetro toraco-sagital:** diâmetro medido no plano sagital, à altura do ponto *mesoesternale*.

3.5. Circunferências

As circunferências musculares proporcionam informações sobre a totalidade das estruturas morfológicas na secção transversal do segmento (Sobral et al., 1997) e podem também ser denominadas de perímetros musculares.

A sua medição foi efectuada com uma fita métrica flexível, da marca HOECHSTMAS, no lado direito do indivíduo e ao nível da maior circunferência. Os valores foram registados em centímetros, com aproximação às décimas.



Figura 3. Fita métrica flexível, da marca HOECHSTMAS

- **Circunferência do pulso:** circunferência medida acima do *stylion*.
- **Circunferência braquial:** circunferência medida com o membro superior relaxado, ao nível do ponto médio do comprimento do braço.
- **Circunferência do tornozelo:** circunferência medida acima dos pontos *sphyrion tibiale* e *sphyrion fibulare*.
- **Circunferência geminal:** circunferência medida com o indivíduo de pé, colocando o membro inferior direito sobre um plano elevado, com o joelho flectido a 90 graus;
- **Circunferência crural:** circunferência medida ao nível da maior circunferência da perna direita. O participante estava sentado, com o joelho flectido a 90 graus;
- **Circunferência torácica:** circunferência medida ao nível do ponto *mesoesternale*; e,
- **Circunferência abdominal:** circunferência medida ao nível do *omphalion* (cicatriz umbilical).

3.6. Pregas de gordura subcutânea

As pregas de gordura subcutânea, ou “skinfolds” (Sobral & Silva, 1998), são medidas dos valores dos depósitos de gordura subcutânea, sendo geralmente utilizadas em formas de estimação antropométrica da composição corporal.

Utilizando o polegar e o indicador em forma de pinça, destacou-se com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos outros tecidos subjacentes. De seguida, colocaram-se as pinças do adipómetro (marca SLIM GUIDE[®], com pressão constante de 10 g/mm² e precisão até às décimas de centímetro) dois centímetros ao lado dos dedos e a uma profundidade de um centímetro. A leitura foi realizada em milímetros, dois segundos após a colocação do adipómetro.



Figura 4. Adipómetro, marca SLIM GUIDE[®], com pressão constante de 10 g/mm² e precisão até às décimas de centímetro.

De referir, que todas as medições foram realizadas em triplicado, alternadamente, sendo posteriormente registada a média das três medições.

- **Prega de gordura tricipital:** a medição da prega tricipital foi realizada verticalmente, na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos *acromiale* e *radiale*;
- **Prega de gordura subescapular:** a prega subescapular é oblíqua, dirigida para baixo e para o exterior (formando um ângulo de 45 graus com o plano horizontal) e foi medida imediatamente abaixo do vértice inferior da omoplata direita;
- **Prega de gordura suprailíaca:** a prega suprailíaca é ligeiramente oblíqua, dirigida para baixo e para dentro, e foi medida acima da crista ilíaca e sobre a linha midaxilar;

- **Prega de gordura abdominal:** a prega abdominal é vertical e paralela ao eixo longitudinal do corpo. Foi medida 5 centímetros para a esquerda do *omphalion* (cicatriz umbilical).
- **Prega de gordura crural:** a prega de gordura crural é vertical e foi medida sobre a face anterior da coxa direita, a meia distância entre os pontos *tibiale* e *iliospinale*. O participante estava sentado, com o joelho flectido a 90 graus.
- **Prega de gordura geminal:** a prega de gordura geminal é vertical e foi medida na face interna da perna direita, na zona de maior circunferência, e com o participante na posição referida no início do capítulo. O participante estava sentado, com o joelho flectido a 90 graus.

4. SOMATÓTIPO

O somatótipo é uma descrição quantificada da configuração morfológica de um indivíduo. Os métodos existentes baseiam-se no conceito de Sheldon e Stevens Tucker (citados por Sobral & Silva, 1998), em que se classifica em três algarismos as componentes derivadas dos três folhetos embrionários. A classificação vai então de 1 a 7 e exprimem o grau de desenvolvimento em adiposidade (endomorfismo), o grau de desenvolvimento músculo-esquelético (mesomorfismo) e o grau de desenvolvimento em comprimento (ectomorfismo).

Para a determinação destas três componentes, foi necessária a utilização das seguintes medidas e operações:

Endomorfismo:

$$\text{ENDO} = 0,1451 \mathbf{X} - 0,00068 \mathbf{X}^2 + 0,0000014 \mathbf{X}^3 - 0,7182$$

\mathbf{X} (prega subescapular + prega tricipital + prega suprailíaca) * (estatura/170,18)

Mesomorfismo:

$$\text{MESO} = 0,858 \mathbf{H} + 0,601 \mathbf{F} + 0,188 \mathbf{B} + 0,161 \mathbf{G} - 0,131 \mathbf{A} + 4,5$$

H – Diâmetro bicôndilo-umeral

F – Diâmetro bicôndilo-femural

B – Circunferência braquial corrigida

G – Circunferência geminal corrigida

A – Estatura

Ectomorfismo:

$$\text{ECTO} = 0,732 \mathbf{I} - 28,58$$

$$\mathbf{I} = \text{estatura} / \mathbf{P}^{1/3}$$

5. TESTES – PROTOCOLOS E SUA CONDUÇÃO

5.1 Teste de Força-velocidade

O teste consistiu na realização de vários “sprints” máximos (4 a 7) no cicloergómetro contra diferentes resistências precedidos por um aquecimento estandardizado e intercalados por cinco minutos de recuperação dos quais o primeiro é activo e os restantes passivos. O seu objectivo prende-se com o cálculo da carga ideal para a obtenção do PPA_n máximo conseguido através de cálculos matemáticos (regressão linear) feitos a partir dos resultados conseguidos nos diferentes “sprints” realizados.

5.1.1 Instrumentos

Para a realização deste teste foi utilizado um cicloergómetro Monark, modelo 824E e um sensor óptico colocado por debaixo do cicloergómetro ligado ao PC. Os dados foram processados e registados num computador PC IBM 433SX/S.

5.1.2 Preparação e calibração do cicloergómetro

Para assegurar uma correcta utilização do cicloergómetro, foram seguidas as respectivas instruções de manutenção e calibração dadas pelo fabricante. Assim, e antes de cada sessão de testes, foi verificada a correcta colocação do cabo, bem como a sua tensão. Para tal eram colocados 4.0 kg no cesto de carga e medida a menor distância entre a roda e o cesto em duas situações distintas: na posição estática (roda imóvel); e movendo a roda lentamente à mão. As distâncias medidas deveriam ficar compreendidas entre 30 mm e 80 mm. Caso isto não se verificasse a tensão do cabo teria de ser ajustada até os respectivos valores se situarem dentro dos limites estabelecidos.

Para cada sujeito a altura do banco foi ajustada antes do teste. Pretendia-se que o indivíduo, quando sentado, conseguisse ter o membro inferior ligeiramente flectido no ponto mais baixo do percurso do pedal. Posteriormente, a altura do banco era registada de forma a ser mantida.

Um último ajuste nas correias e elásticos dos pedais era feito antes de cada sprint de forma a garantir a melhor fixação possível dos pés durante a realização do teste.

5.1.3 Preparação do sujeito

Antes do início do teste foi explicado o seu objectivo, bem como os seus procedimentos. Não foi realizado um período de treino antes do teste, pois todos os sujeitos declararam saber andar de bicicleta, estando portanto, familiarizados com o tipo de movimento executado no teste. Foi enfatizada ainda a necessidade de realizar um esforço máximo; de respeitar de uma forma precisa a indicação para o início do teste; e nunca se levantar do banco durante a realização do mesmo.

5.1.4 Aquecimento

O procedimento de aquecimento para este teste consistiu na execução de quatro minutos a pedalar a uma velocidade constante de 60 rotações por minuto (rpm) sem qualquer resistência colocada no cesto. Nestes quatro minutos foram executados três “sprints” máximos no final do primeiro, segundo e terceiro minuto com a duração de 2-3 segundos e contra uma carga/resistência igual a $0,075 \text{ kg.kg}^{-1}$ de massa corporal. Todos os sujeitos foram precedidos de uma contagem decrescente “3-2-1-VAI!”. A expressão “VAI” marca o início do sprint.

Depois de completar os quatro minutos de aquecimento, o atleta saía do cicloergómetro e executava durante dois minutos uma série de alongamentos pré-definidos envolvendo os músculos quadricipital, isquiotibiais e adutores.



Figura 5 Alongamentos realizados durante o período de aquecimento nos testes de F-V e Wingate. 1 – Quadricipital; 2 – Isquiotibiais; 3 – Adutores

Depois de realizado o aquecimento, o indivíduo estava apto a iniciar o teste. Assim, era conduzido para o cicloergómetro e ajustados os pedais. Com a carga mínima, era pedido aos participantes que começassem a pedalar até atingir uma velocidade constante de 60 rpm. A partir desse momento era iniciada uma contagem decrescente “3-2-1-VAI!!”, tal como a realizada no aquecimento. No preciso momento em que era pronunciada a palavra “VAI” era simultaneamente largado o cesto com a respectiva carga e carregada a tecla ENTER do teclado do computador, de forma a iniciar a respectiva recolha dos dados.

O final de cada “sprint” era marcado pelo computador sempre que o sujeito não fosse capaz de melhorar ou manter a velocidade durante 3 revoluções consecutivas.

Entre os diferentes “sprints” foi feito um período de recuperação de cinco minutos, dos quais o primeiro era activo, isto é, com o sujeito a pedalar a uma velocidade de 60 rpm contra a mínima resistência, e os restantes quatro minutos passivos.

As cargas utilizadas para cada “sprint” variavam em função dos desempenhos de cada sujeito nos diferentes “sprints”. Contudo, o primeiro “sprint” de cada teste foi feito com uma carga estandardizada de $0,075 \text{ kg.kg}^{-1}$ da massa corporal.

Durante cada “sprint” foi dado o máximo encorajamento verbal possível a cada indivíduo.

O teste era concluído quando os valores da potência descessem. No final do teste, os indivíduos foram instruídos para a realização de uma recuperação activa de três minutos no cicloergómetro, pedalando a uma velocidade constante de 60 rpm.

Por fim, os dados eram registados.

5.2 Teste de Wingate (WanT)

O teste de Wingate (WanT) consiste em pedalar à máxima velocidade, durante 30 segundos, num cicloergómetro com uma resistência constante, equivalente a $0,075 \text{ kg.g}^{-1}$ da massa corporal.

Os instrumentos utilizados para a realização deste teste são os mesmos que os utilizados no teste de F-V, à excepção do sensor que, em vez de medir directamente as revoluções do pedal, mede as revoluções na roda livre do cicloergómetro.

O procedimento para a preparação e calibração do cicloergómetro antes de cada sessão de testes foi a mesma descrita para o teste de F-V.

5.2.1 Aquecimento

O procedimento de aquecimento utilizado neste protocolo é semelhante ao utilizado no teste de F-V.

5.2.2 Teste e sua condução

Após a realização do aquecimento, o sujeito coloca-se no cicloergómetro, fixam-se os pés aos pedais através dos sistemas de fixação e começa a pedalar a 60 rpm, contra uma resistência mínima.

Quando o sujeito atinge um ritmo constante de 60 rpm, o investigador retira o cesto, da posição de segurança e suporta-o com a mão esquerda, numa posição elevada para não provocar resistência. De seguida, selecciona a função “Start Sountdown”, no menu Test, do computador de suporte ao WanT, para dar início à contagem decrescente. Esta é acompanhada pelo investigador com “TRÊS”, “DOIS”, “UM”, “VAI”. A expressão “VAI” indica o início do teste. Neste exacto momento, o investigador larga o cesto com a carga e o computador inicia automaticamente a recolha dos dados.

Durante os 30 segundos o sujeito é incentivado a pedalar à máxima velocidade, de modo a atingir o mais rapidamente o seu pico de potência máxima (PP), e a manter o esforço máximo durante todo o teste, permanecendo sentado durante todo o teste. O

cicloergómetro é estabilizado por duas pessoas, uma atrás e outra à frente, evitando que este oscile.

5.2.3 Após o teste

Após os trinta segundos o sujeito continua a pedalar, com a carga mínima, a uma frequência de 60 rpm.

Subsequentemente, é realizada recolha de sangue aos três, cinco, oito e dez minutos.

5.3 Recolha e medição da concentração de lactato no sangue

A recolha e medição da concentração de lactato no sangue foram efectuadas de acordo com o seguinte procedimento: antes de qualquer medição, o polegar direito do indivíduo testado é desinfectado com algodão e álcool, de forma a retirar impurezas e/ou suor existentes no dedo. Seguidamente, o dedo é seco com papel absorvente, de forma a retirar o excesso de álcool, e é realizada uma pequena picada com o Autoclix Normal, pressionando-o contra o dedo do indivíduo e carregando no desbloqueador da agulha de forma a fazer a picada de forma rápida e o mais indolor possível. A seguir, o dedo é apertado de forma a obter uma gota de sangue suficientemente grande para perfazer os 10 µl necessários, medidos com os capilares Dr. Lange. Depois de feita a recolha, foi dado um algodão embebido em álcool para o indivíduo colocar no dedo. O ajuste da quantidade de sangue no capilar foi feito através do seu contacto na extremidade com papel absorvente. De seguida, e com a ajuda da micropipeta Dr. Lange, o sangue foi introduzido na couvette sendo, depois devidamente colocada a tampa, agitando de forma a ser misturado com o reagente, para que o sangue não coagule.

Todas as couvettes foram previamente marcadas com o nome do atleta, bem como do momento da recolha, de forma a evitar a troca dos frascos.

Depois das recolhas feitas, a medição da concentração de ácido láctico na solução foi feita através do miniespectrofotómetro Dr. Lange Lp20 seguindo os devidos procedimentos recomendados pelo fabricante. Os registos dos valores de lactatémia foram feitos em ficha própria e expressos em mmol.l^{-1} .

5.4 Avaliação do consumo de oxigénio

Para determinar o $VO_{2m\acute{a}x}$, foi utilizado um protocolo máximo e progressivo, com patamares de quatro minutos.

O teste é realizado a uma velocidade inicial de 8 km/h, com incrementos de 1 km/h após cada patamar. A seguir ao patamar de 12 km/h, mantém esta velocidade e aumenta 2,5% na inclinação, por patamar.

Os critérios de interrupção desta prova são:

- Incapacidade do sujeito prosseguir a prova;
- Quociente respiratório superior a 1;
- Frequência Cardíaca máxima igual à pré-determinada;
- Concentração de lactato superior a 8 mmol/l.

No decorrer do mesmo teste foi ainda registada a FC.

5.4.1 Equipamento:

- Tapete rolante “HP Cosmos” com um sistema de medição da frequência cardíaca integrado;
- Analisador de gases Metamax Ergospirometry System da CórteX Biophysite GmbH 1991-1998;
- Mini espectrofotómetro Dr. Lange modelo Lp20;
- Software;
- Sistema tal ivo – Microsoft® Windows XP
- Metamax® Capture version 3.31 – 32 bit (1998)
- Metamax® Analysis version 3.31 – 32 bit (1998)
- Registro da frequência cardíaca através do Polar® 810 série S

5.4.2 Preparação do equipamento:

A calibragem do avaliador é realizada no dia anterior à realização dos testes. Utiliza-se uma seringa de 3L Hans Rudolph, in, Séries 5530, Kansas City, USA. Liga-se ao analisador de gases e executam-se cinco injeções de ar. Se o volume ejetado corresponder ao medido, a calibração é aceite. Para nos certificarmos da consistência dos resultados, este processo deverá ser repetido três vezes.

A calibragem do sensor CO_2 e O_2 deve ser realizada após a calibragem do analisador de volume. Para a calibragem utiliza-se a garrafa de concentrações estáveis

de CO₂ e O₂ (5,9% Molar e 14,99% Molar, respectivamente). Realiza-se a ligação da garrafa ao analisador de gases para que seja feita a leitura, se esta corresponder aos valores da garrafa, admite-se esta calibragem.

Aquecimento do dia – o Metamax Ergospirometry System deve ser ligado pelo menos trinta minutos antes da sua utilização. Deverá ser também realizada a avaliação do ar ambiente. Se forem realizados mais do que um teste seguido, entre cada teste tem de se proceder à avaliação do ar ambiente.

O cardiofrequencímetro Polar para registar a FC era colocado no sujeito antes de realizar o aquecimento, sendo a cinta ajustada ao tronco do mesmo.

5.5 Método de determinação do Limiar Anaeróbio

Para a sua determinação, foram tidos em conta os parâmetros ventilatórios, registados de 10 em 10 segundos. O limiar anaeróbio, foi determinado pelo método de inclinação “V-slope” que reflecte o ponto de interacção entre duas rectas S1 e S2. Foi realizado um gráfico de dispersão da relação entre o VO₂ / VCO₂, em que os valores de VO₂ estavam representados no eixo dos yy, enquanto o VCO₂ no eixo dos xx.

A recta S1, corresponde a um maior aumento de consumo de VO₂ em relação à produção de VCO₂, fenómeno que se verifica durante as fases iniciais e intermédias de um exercício e a recta S2 corresponde a posterior aumento da produção de VCO₂ em relação ao consumo de VO₂. O ponto de intersecção dessas duas rectas corresponde ao limiar anaeróbio.

5.6 Testes de impulsão Vertical no Ergojump

5.6.1. Protocolos

Para cada salto, à excepção do RJ, foram realizadas duas tentativas, onde se contava a melhor. Se o salto fosse realizado inconvenientemente, ou seja, se o sujeito realizasse um acentuado movimento horizontal ou retirasse as mãos da cintura, o teste era imediatamente anulado, sendo repetido após uma recuperação de nunca menos de um minuto.

5.6.2Aquecimento

Teve a duração total de seis minutos. Todos os sujeitos começaram por realizar três minutos de corrida contínua no tapete a uma velocidade de 6 km/h, executavam no final três exercícios específicos: alongamento dos músculos

quadríceps, adutores e isquiotibiais. No último minuto, escutavam a explicação do movimento a realizar e executavam-no duas vezes para experimentar, fora do tapete. Após dois minutos de recuperação realizavam o primeiro salto.

Squat Jump (SJ): o indivíduo coloca-se sobre o Ergojump, com as mãos na cintura e os pés à largura dos ombros (com os calcanhares assentes no tapete de contacto), e os membros inferiores flectidos pelos joelhos, formando um ângulo de aproximadamente 90°. A posição é mantida durante cinco segundos e, ao sinal do avaliador, o sujeito executa um salto vertical, procurando atingir a altura máxima, sem retirar as mãos da posição inicial. A recepção sobre o tapete é efectuada com os membros inferiores em extensão.

Counter Movement Jump (CMJ): o indivíduo coloca-se sobre o Ergojump com as mãos na cintura e os pés à largura dos ombros, com os calcanhares assentes no tapete de contacto; o tronco deve manter-se direito e os membros inferiores em extensão completa; ao sinal do avaliador, o indivíduo realiza um movimento de flexão/extensão rápido e vigoroso dos membros inferiores, procurando atingir a altura máxima no salto vertical. As mãos devem manter a posição inicial. A recepção sobre o tapete é efectuada com os membros inferiores em extensão.

Drop Jump (DJ): a partir da caixa de 40cm, com as mãos na cintura, o sujeito deixa-se cair sobre a plataforma e ressalta de imediato, executando um salto vertical, em que procura atingir a maior altura possível.

Rebound Jump (RJ): seguindo os procedimentos do CMJ, à excepção de que o sujeito realiza saltos durante 30 segundos, tentando atingir sempre a maior altura possível.

Equipamento: Tapete Ergojump Globus Itália, com o Brue Gacon Test “ergo tester Pró 1.0 version without the Leger test”.

Resultados dos testes de Impulsão Vertical (Ergojump):

Este tipo de equipamento permite a avaliação directa da elevação do centro de gravidade do corpo (HCG) que corresponde à altura do salto e do tempo de voo. Os

resultados destes testes foram obtidos automaticamente pelo organizador do tapete através da fórmula:

$$H = vt^2 \times 2g^{-1}$$

Fórmula: cálculo da altura do salto no teste de impulsão vertical em plataforma de forças – **H** corresponde à altura do salto, **vt** à velocidade no momento em que o sujeito deixa o solo e **g** à aceleração da gravidade.

5.7 Testes de Terreno

5.6.1. Protocolos: para cada teste, foram realizadas duas tentativas, onde se contava a melhor.

5.6.2 Aquecimento: teve a duração total de oito minutos. Todos os sujeitos começaram por realizar cinco minutos de corrida contínua a uma velocidade de 6 km/h. Executavam no final três exercícios específicos: alongamento dos músculos quadríceps, adutores e isquiotibiais. No último minuto, escutavam a explicação do movimento a realizar e executavam-no duas vezes para experimentar, fora do tapete. Após dois minutos de recuperação realizavam o primeiro salto.

Triplo Salto:

O sujeito coloca-se com os pés ligeiramente afastados e paralelos atrás da linha que marca o início. Realiza um salto com chamada a pés juntos, recepção e nova impulsão com um pé, nova recepção com o outro pé e chamada, terminando com recepção a pés juntos. A distância é medida desde a linha de partida, até ao calcanhar do pé que se encontra mais recuado.

Sprint:

O sujeito coloca-se atrás da linha que marca a partida. Ao sinal do investigador, percorre a distância no menor espaço de tempo possível. As células fotoelétricas fazem o registo rigoroso do tempo de corrida.

Salto de remate:

Em primeiro lugar, o sujeito coloca-se lateralmente em relação à régua e eleva o membro superior no prolongamento do corpo, tocando na régua. O investigador regista

a altura que atinge. Em seguida, afasta-se da régua. Simula a realização de um salto de remate, tendo de tocar com a mão na régua. Pode realizar três passos de chamada, no máximo. O investigador regista a altura atingida.

Salto de bloco:

Em primeiro lugar, o sujeito coloca-se de frente para a régua e eleva os membros superiores no prolongamento do corpo, tocando na régua. O investigador regista a altura que atinge. Em seguida, simula a realização de um salto de bloco, tendo de tocar com as mãos na régua. O investigador regista a altura atingida.

Deslocamentos laterais:

Marcam-se duas linhas no chão, a uma distância de três metros. O sujeito coloca-se entre as linhas, tocando com a mão numa das linhas. O investigador realiza contagem decrescente 3-2-1-VAI. O sujeito deve começar o exercício ao som de “VAI”. Realiza deslocamentos laterais durante 30 segundos, tendo de tocar com as mãos nas linhas.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tratamento e análise estatística dos dados obtidos foram efectuados através dos programas *Microsoft Excel XP* e *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS Ver. 11.5 for Windows*.

6.1 Análise Descritiva

A estatística descritiva foi aplicada na caracterização da amostra relativamente às diferentes variáveis, tendo sido para cada uma calculada a média e o desvio padrão.

6.2 Análise Inferencial

Inicialmente, a amostra prevista era constituída pela totalidade dos jogadores das duas equipas da Associação Académica de Coimbra – secção de Voleibol. Nesse contexto, estava previsto utilizar o teste T student para amostras independentes, para comparar os resultados obtidos por dois grupos diferentes na mesma situação. No decorrer nosso estudo, alguns jogadores tiveram necessidade de o abandonar. Uns por motivos pessoais (incluindo de saúde e deslocação para fora de Portugal), outros, por

motivos desportivos (integração na Selecção Nacional de Voleibol). Por tais motivos, que nos foi impossível contrariar, a amostra sofreu uma redução para doze jogadores (sete da Académica A, cinco da Académica B). Nesta situação, optamos por realizar o teste T student, como estava previsto, mas realizar também um teste não-paramétrico. Neste caso, utilizamos o teste de Wilcoxon.

Foi também usada a correlação momento-produto de *Pearson*, para estabelecer correlações entre variáveis.

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos neste estudo. Iniciaremos por apresentar os dados obtidos relativamente à caracterização antropométrica, caracterização do treino e resultados obtidos nos diversos testes para as duas equipas.

Sempre que pertinente, iremos comparar os parâmetros obtidos para os jogadores das duas equipas, com os de outros estudos.

Por fim, verificaremos as correlações entre os dados obtidos através de testes de terreno e de laboratório.

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra deste estudo foi constituída inicialmente por 17 jogadores masculinos de voleibol. No entanto, pelas razões já referidas, alguns atletas não tiveram possibilidade de participar na totalidade da recolha de dados. Sendo assim, na caracterização antropométrica teremos dezassete elementos, mas daí em diante, passaremos a doze. Pertencem ao escalão sénior, à Associação académica de Coimbra – Secção de Voleibol. No decorrer deste estudo iremos denominar as duas equipas respectivamente, Académica A e Académica B. A Académica A actua na 1ª Divisão A1, enquanto a Académica B compete na 3ª Divisão Como já foi referido, na caracterização antropométrica participaram 17 jogadores, sendo 11 da Académica A e 7 da Académica B. Nos restantes parâmetros, participaram 12 jogadores, sendo 7 da Académica A, e 5 da Académica B.

Características Antropométricas

Na tabela 9 apresenta-se a estatística descritiva e inferencial relativa à idade, massa corporal, estatura, envergadura, somatório das pregas de adiposidade cutânea (tricipital, subescapular, abdominal, suprailíaca, crural e geminal) (Σ PAC), o índice de massa corporal (IMC), e ainda, o percentual de massa gorda (%MG) estimado, calculado através do método de Faulkner (1974).

Tabela 9 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd) da idade e variáveis antropométricas nos dois grupos (Académica A e Académica B). O somatório das pregas de adiposidade cutânea, refere-se às seguintes pregas: tricípital, subescapular, abdominal, suprailíaca, crural e geminal.

	N	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Idade (anos)	11	24,18 ± 3,37	6	23,33 ± 3,45	0,630	0,339
Massa Corporal (kg)	11	80,82 ± 7,39	6	73,25 ± 13,26	0,147	0,345
Estatura (cm)	11	189,28 ± 8,20	6	179,32 ± 7,94	0,029*	0,249
Envergadura (cm)	11	204,67 ± 9,58	6	188,85 ± 7,02	0,004**	0,043*
∑ PAC (mm)	11	55,91 ± 13,14	6	62,67 ± 25,71	0,567	0,916
IMC (kg.m⁻¹)	11	22,53 ± 0,96	6	22,62 ± 2,27	0,905	0,345
% MG	11	11,78 ± 1,44	6	12,68 ± 2,37	0,344	0,600

*p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

Como se pode observar, os jogadores da Académica A apresentam valores médios superiores relativamente às variáveis idade, massa corporal, estatura e envergadura. Por outro lado, os jogadores da Académica B apresentam valores médios superiores no somatório das pregas adiposas cutâneas, índice de massa corporal e ainda no percentual de massa gorda. Destas diferenças, segundo o teste T student, são estatisticamente significativas as encontradas na estatura e altamente significativas as verificadas na envergadura.

Tendo em conta que o voleibol não se divide por escalões de altura, isto é, independentemente da estatura do atleta, todos jogam em campos com as mesmas dimensões e redes à mesma altura, os jogadores com menor estatura possuem desvantagem em acções de importância fulcral como seja o remate e/ou o bloco, relativamente a jogadores com maior estatura e envergadura.

De acordo com o teste de Wilcoxon, verifica-se diferença estatisticamente significativa na estatura. Ainda que neste teste não se verifique a diferença estatisticamente significativa para a estatura, a diferença encontrada na estatura, demonstra a vantagem antropométrica para os jogadores da Académica A.

Distribuição da adiposidade cutânea

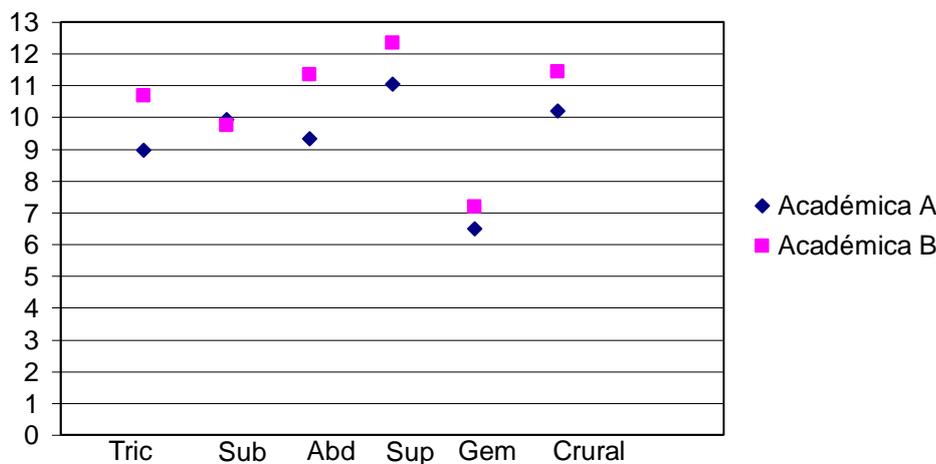


Gráfico 2. Distribuição da adiposidade cutânea. Valores médios de 6 pregas de adiposidade cutânea: tricipital (Tric), subescapular (Subesc), abdominal (Abd), suprailíaca (Sup), geminal (Gem) e crural; valores da Académica A e Académica B.

O gráfico 2 permite-nos observar como é distribuída a adiposidade dos jogadores de cada equipa. Podemos verificar que os jogadores da Académica A possuem valores médios inferiores nas pregas adiposas consideradas (têm um valor ligeiramente superior apenas na prega subescapular). Constata-se ainda que em todos os jogadores, é a prega suprailíaca que apresenta o valor mais elevado. Pelo contrário, é na prega geminal que apresentam os valores mais baixos.

Tabela 10 Valores das três componentes do somatótipo para a Académica A e Académica B. Média e desvio padrão (Md±Sd).

	N	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)
Endomorfismo	11	3,0 ± 0,77	6	3,3 ± 1,21
Mesomorfismo	11	3,6 ± 0,94	6	3,5 ± 0,57
Ectomorfismo	11	3,5 ± 0,69	6	2,9 ± 0,70

Calculamos, através do método de Heath-Carter (1970), o somatótipo de cada um dos jogadores e, em seguida, o somatótipo médio de cada equipa. Obtivemos para a Académica A os valores 3,0 / 3,6 / 3,5. A estes valores corresponde a classificação de mesomorfo equilibrado. Provém da predominância da componente musculo-esquelética relativa (em relação à estatura), o que reflecte o desenvolvimento muscular. Para a

Académica B obtivemos os valores 3,3 / 3,5 / 2,9. A estes valores corresponde a classificação de mesomorfo-endomorfo. Esta classificação é atribuída pela proximidade entre a primeira e a segunda componentes do somatótipo (respectivamente endomorfismo e mesomorfismo). O gráfico 3 representa a localização do somatótipo após a conversão para um ponto de duas coordenadas.

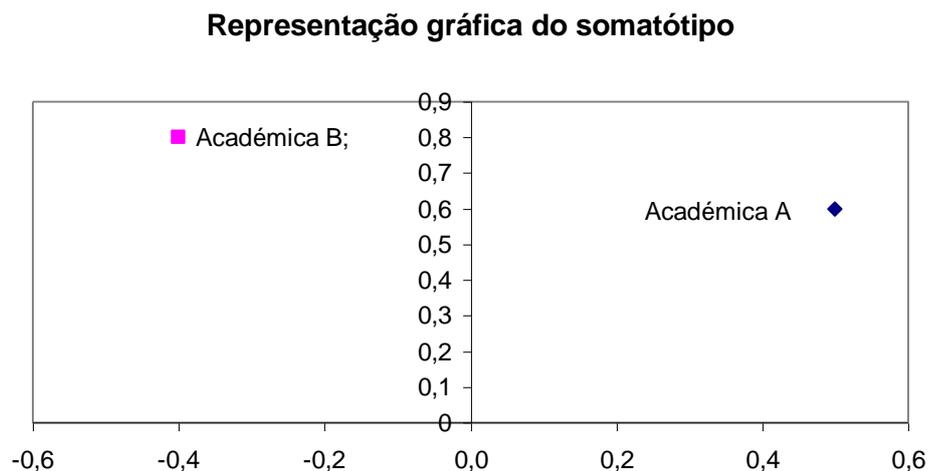


Gráfico 3: Representação gráfica do somatótipo médio das equipas.

Comparação das características antropométricas obtidas com a literatura

Na tabela 11 podemos comparar os dados obtidos no nosso estudo relativamente à caracterização antropométrica, com os resultados obtidos por diferentes autores.

Podemos verificar que em todos os parâmetros considerados, os jogadores da Académica A estão mais próximos dos valores apresentados pelos jogadores das outras equipas. De referir que os estudos de Conlee et al. (1990), Puhl et al.(1982), Viitasalo et al. (1987) (Finlândia), e Smith et al. (1991) se realizaram com jogadores das selecções nacionais. No entanto, apesar de comparativamente à Académica B estarem mais próximos, não podemos deixar de realçar que apresentam menor estatura e massa corporal que todas as outras equipas.

Tabela 11 Comparação das equipas estudadas com resultados obtidos noutros estudos. Média e desvio padrão (Md ± Sd).

		Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	% MG	ENDO	MESO	ECTO
Académica A (Md±Sd)		24,2 ± 3,4	80,8 ± 7,4	189,28 ± 8,2	12,17 ± 1,7	3,0 ± 0,8	3,6 ± 0,9	3,5 ± 0,7
Académica B (Md±Sd)		23,33 ± 3,5	73,3 ± 13,3	179,32 ± 7,9	12,84 ± 2,6	3,3 ± 1,2	3,5 ± 0,6	2,9 ± 0,7
Conlee et al. (1990) (Md±Sd)		25,7 ± 2,5	87,9 ± 5,2	192,6 ± 5,1	8,6 ± 0,5			
Gualdi-Russo (2001) (Md±Sd)	1ª Liga	24,7 ± 4,4	87,8 ± 8,3	192,4 ± 6,9		2,1 ± 0,6	4,1 ± 0,8	3,3 ± 0,7
	2ª Liga	24,9 ± 4,3	87,1 ± 8,9	191,1 ± 7,0		2,3 ± 0,7	4,3 ± 1,0	3,0 ± 0,8
Puhl et al. (1982) (Md±Sd)		26,1 ± 3,5	85,5 ± 4,5	192,7 ± 3,9	12,0 ± 2,5			
Viitasalo (1987) (Md±Sd)	Kiri	21,9 ± 7,8	84,9 ± 4,8	189,2 ± 4,4	9,9 ± 1,5			
	Finlandia	24,9 ± 3,5	89,5 ± 6,6	195,0 ± 6,2	10,5 ± 1,5			
Smith et al. (1991)		24,8 ± 2,2	89,6 ± 5,4	1,93 ± 0,04	6,3 ± 1,8			

Relativamente aos valores das componentes de somatótipo encontradas no nosso estudo, e as encontradas por Gualdi-Russo (2001), estas diferem. A Académica B apresenta um somatótipo onde a primeira e segunda componente se encontram próximas, e por isso se designa mesomorfo-endoromorfo. Por seu lado a Académica A, manifesta uma predominância da robustez musculo-esquelética, seguida da terceira componente, referente às medidas de comprimento, sendo o seu somatótipo classificado como mesomorfo equilibrado. As equipas estudadas por Gualdi-Russo (2001), demonstram um predomínio da componente músculo-esquelética mais acentuado, sendo o seu somatótipo classificado como ecto-mesomorfo.

2. CARACTERIZAÇÃO DO TREINO

Tabela 12 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), das variáveis do treino.

	N	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Início da prática (anos)	7	14,14 ± 5,15	5	14,80 ± 3,03	0,805	0,066
Número de sessões por semana	7	5,71 ± 1,11	5	3,60 ± 0,55	0,003**	0,039*
Número de horas por sessão	7	2,21 ± 0,27	5	1,50 ± 0,00	0,000**	0,038
Total de horas por semana	7	12,93 ± 2,65	5	5,40 ± 0,82	0,000**	0,038*
Total de horas dedicadas ao treino técnico-tático	7	9,21 ± 2,97	5	3,90 ± 1,08	0,002**	0,042*
Total de horas dedicadas à preparação física	7	3,71 ± 0,99	5	1,50 ± 0,71	0,002**	0,041*

*p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

Ao analisarmos a tabela 12, podemos constatar através do teste T student, que existem diferenças entre as variáveis analisadas, referentes a cada uma das equipas, sendo essas diferenças altamente significativas nas variáveis número de sessões de treino por semana, número de horas dedicadas ao treino técnico-tático, no número de horas dedicadas à preparação física, no número de horas de treino por sessão e ainda no número total de horas de treino por semana.

Através do teste de Wilcoxon, verificamos que para as mesmas variáveis, existem diferenças estatisticamente significativas.

Isto remete-nos para o facto de os jogadores da Académica A treinarem mais vezes por semana (havendo jogadores que realizam treinos bi-diários) e durante mais tempo do que os jogadores da Académica B. Dos 7 jogadores da Académica A que participam no estudo, apenas quatro realizam treinos bi-diários, sendo que, dois destes

atletas treinam bi-diário dois dias por semana e os outros dois, apenas treinam bi-diário uma vez por semana.

Apesar de ser uma equipa que compete na A1, primeira divisão, estes jogadores não se dedicam em exclusivo ao treino. Na equipa, apenas dois jogadores são profissionais. No entanto, estes jogadores não participam neste estudo, pois aquando da recolha dos dados, já não se encontravam em Portugal.

É de referir que dos sete jogadores, quatro são estudantes, enquanto os restantes três trabalham. Há que salientar ainda, que um jogador não trabalha nem habita em Coimbra; desloca-se cerca de 60 quilómetros propositadamente para os treinos. Ainda outro, apesar de habitar em Coimbra, desenvolve a sua actividade profissional numa cidade próxima, a cerca de 40 quilómetros.

Em relação à idade média de início de prática da modalidade em questão, não existem diferenças estatisticamente significativas. No entanto, é de realçar que um dos sete jogadores da Académica A que participa no estudo, iniciou a prática desta modalidade aos 25 anos. No entanto, mesmo quando excluímos este jogador da amostra, a diferença encontrada não é estatisticamente significativa.

Além das diferenças expressas na tabela 12, é ainda de referir que durante a época em que se realizou o estudo a Académica A contou com a colaboração de um psicólogo desportivo.

Reportando-nos ao ponto anterior, em que abordámos a classificação do somatótipo das equipas, a diferença no total de horas dedicado à preparação física pode fornecer uma explicação na diferença somatotípica encontrada entre as duas equipas, ao nível da componente músculo esquelética.

3. RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DA VIA AERÓBIA

3.1 Resultados obtidos na avaliação da potência aeróbia

Tabela 13 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), do pico de VO₂ máximo e do valor de lactato encontrado no final da realização do teste.

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Pico de VO₂máx (l/min)	7	4,23 ± 0,48	5	4,07 ± 0,61	0,629	0,686
Pico de VO₂máx (ml/kg/min)	7	53,78 ± 5,56	5	55,36 ± 6,77	0,666	0,893
Lactato (mmol/l)	7	11,35 ± 2,89	5	13,35 ± 2,73	0,256	0,500

Como se pode observar, tanto através do teste T student, como através do teste de Wilcoxon, não existem diferenças estatisticamente significativas para o valor médio do Pico de $VO_{2máx}$, relativo ou absoluto, entre os jogadores das equipas em estudo.

Apesar de os jogadores da Académica A, em termos absolutos, apresentarem um pico de $VO_{2máx}$ médio superior, quando se tem em consideração a massa corporal dos jogadores, os da Académica B apresentam um valor médio de $VO_{2máx}$ relativo superior. No entanto, como já foi referido, estas diferenças não são estatisticamente significativas.

Os valores de lactato apresentados no final da realização do teste são superiores ao normalmente utilizado como critério de obtenção do $VO_{2máx}$, que é de 8 mmol/l. Assim, os valores encontrados dão-nos a garantia que os jogadores alcançaram o seu pico de $VO_{2máx}$.

Os valores de VO_2 máx obtidos, enquadram-se nos valores alcançados por vários autores (Conlee et al. (1990), Puhl et al. (1982), Viitasalo et al. (1987), Smith et al. (1991)), e que variaram entre os $51,7 \pm 2,6$ e os $56,8 \pm 5,2$ (ml/kg/min).

3.2 Resultados obtidos na avaliação da capacidade aeróbia

Tabela 14 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), dos resultados obtidos relativamente ao limiar anaeróbio.

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Limiar Anaeróbio (ml/kg/min)	7	44,71 ± 5,67	5	45,36 ± 6,62	0,859	0,893
Limiar Anaeróbio (% VO_2)	7	83,04 ± 4,26	5	81,81 ± 2,96	0,592	0,893
Limiar Anaeróbio (bpm)	7	174,42 ± 8,00	5	176,40 ± 7,99	0,683	0,686
Limiar Anaeróbio (% bpm)	7	90,72 ± 2,98	5	89,36 ± 2,60	0,431	0,686

Ao nível da média de valores encontrada relativamente ao limiar anaeróbio, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre as equipas, quer através do teste T student, quer através do teste de Wilcoxon.

Para Foss & Keteyan (2000), o limiar anaeróbio de atletas de elite ocorrerá entre os 80 a 90% do $VO_{2máx}$. Verificamos que ambas as equipas estão neste intervalo de valores, o que nos sugere que ambas possuem uma boa capacidade aeróbia.

Estudos realizados por Conlee et al. (1990), e por Viitasalo et al. (1987), apresentam-nos valores que oscilaram entre os $36,7 \pm 2,1$ e os $45,2 \pm 4,8$ (ml/kg/min). Os valores por nós encontrados enquadram-se nestes valores.

Uma boa capacidade aeróbia retarda a fadiga, pois permite sustentar esforços mais intensos com uma menor solicitação da via anaeróbia láctica. Além disso, permite que ocorra a recuperação da via anaeróbia aláctica durante o tempo em que os voleibolistas não são solicitados a realizar acções de elevada intensidade.

4. RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DA VIA ANAERÓBIA

4.1 Resultados obtidos no Teste de Força-Velocidade

Tabela 15 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), da potência anaeróbia máxima absoluta e relativa, e índice de fadiga, obtida através do teste F-V

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Potência Anaeróbia Máxima (w)	7	1200,17 ± 245,52	5	1000,82 ± 181,12	0,156	0,138
Potência Anaeróbia Máxima Relativa (w/kg)	7	15,11 ± 2,08	5	13,58 ± 1,36	0,183	0,138

Através da tabela 15 podemos observar que, tanto através do teste T student como através do teste de Wilcoxon, as equipas em estudo não apresentam diferenças estatisticamente significativas quer na potência anaeróbia máxima, quer na potência anaeróbia máxima relativa.

Driss et al. (1998), realizou testes força-velocidade em 18 voleibolistas e encontrou, para a potência anaeróbia máxima relativa, o valor médio de $15,8 \pm 1,4$ (w/kg). Este resultado é semelhante ao encontrado para as equipas deste estudo, principalmente ao da Académica A.

4.2 Resultados obtidos no Teste de Wingate

Tabela 16 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), da potência média absoluta e relativa obtida no Teste de Wingate.

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Potência Média (w)	7	748,86 ± 112,52	5	686,80 ± 120,91	0,382	0,500
Potência Média Relativa (w/kg)	7	9,44 ± 0,73	5	9,31 ± 0,77	0,772	0,500
Índice de Fadiga (%)	7	37,85 ± 4,80	5	41,55 ± 4,27	0,198	0,225

Verifica-se que os jogadores da Académica A obtiveram, em média, valores de potência média (variável que traduz a capacidade anaeróbia), superiores aos da Académica B. No entanto, a diferença existente entre estes não é estatisticamente significativa (quer através do teste T student, quer através do teste de Wilcoxon).

Conlee et al. (1990), caracterizou o perfil fisiológico da selecção nacional dos Estados Unidos da América (vencedores dos Jogos Olímpicos de 1984), encontrando uma potência média relativa de $9,4 \pm 0,5$ (w/kg). Este valor coincide com o obtivemos para a Académica A. A Académica B apresenta também um valor muito próximo deste.

Por sua vez, o índice de fadiga apresenta valor inferior para a Académica A. Ou seja, os jogadores da Académica A apresentam um menor decréscimo da potência no decorrer do teste. Mais uma vez, a diferença existente não é estatisticamente significativa.

Concentração de lactato após o Teste de Wingate

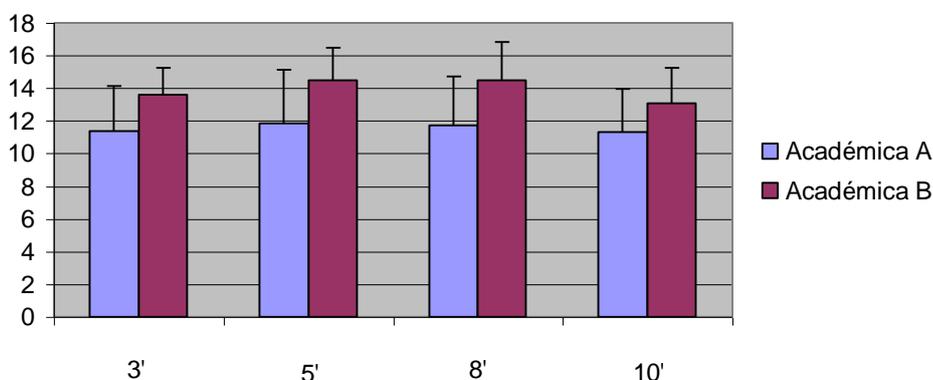


Gráfico 4 Representação gráfica da concentração de lactato 3, 5, 8 e 10 minutos após a realização do teste de Wingate.

No gráfico 4 podemos observar os valores de lactato 3, 5, 8 e 10 minutos após a realização do teste de Wingate. Neste caso são os jogadores da Académica B que apresentam valores médios superiores. Ou seja, os jogadores da Académica A obtiveram uma maior potência média (capacidade anaeróbia), com uma menor acumulação de ácido láctico.

A remoção de lactato sanguíneo nos músculos é bastante influenciada pelas adaptações locais criadas através do treino desportivo. Estas originam uma melhoria da eficiência orgânica que leva a: uma menor produção do lactato; e/ou a uma maior velocidade da sua remoção, para qualquer nível de intensidade do exercício (McArdle et al., 1996). Desta forma, esta a menor produção de lactato parece resultar das diferenças, anteriormente apresentadas, relativamente ao treino das duas equipas.

4.3 Resultados obtidos no Ergojump

Tabela 17 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), relativos a: deslocamento do centro de gravidade (cm), potência absoluta (w) e potência relativa (w/kg) no Squat Jump (SJ); deslocamento do centro de gravidade (cm), potência absoluta (w) e potência relativa (w/kg) no Counter Movement Jump (CMJ); deslocamento do centro de gravidade (cm) e potência (w) no Drop Jump (DJ); deslocamento médio do centro de gravidade (cm) e potência média (w) obtida no Multi Jump (MJ).

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
SJ (cm)	7	45,21 ± 2,48	5	42,40 ± 6,07	0,289	0,138
SJ (w)	7	1153,73 ± 132,85	5	1034,89 ± 160,96	0,191	0,500
SJ (w/kg)	7	14,56 ± 0,40	5	14,07 ± 0,99	0,266	0,138
CMJ (cm)	7	51,44 ± 3,21	5	45,98 ± 7,17	0,101	0,138
CMJ (w)	7	1230,40 ± 144,99	5	1072,08 ± 120,25	0,074	0,138
CMJ (w/kg)	7	15,53 ± 0,50	5	14,65 ± 1,18	0,103	0,138
DJ (cm)	7	49,64 ± 4,39	5	47,16 ± 7,95	0,501	0,686
DJ (w)	7	1207,01 ± 137,68	5	1090,50 ± 167,31	0,215	0,500
DJ (w/kg)	7	15,25 ± 0,67	5	14,83 ± 1,24	0,468	0,686
MJ (cm)	7	35,80 ± 4,06	5	32,94 ± 6,80	0,381	0,786
MJ (w)	7	1023,73 ± 116,43	5	908,27 ± 141,61	0,152	0,500
MJ (w/kg)	7	12,94 ± 0,74	5	12,38 ± 1,31	0,360	0,686

Como se pode observar através dos resultados da análise estatística, resultantes do teste T student e do teste de Wilcoxon, expressos na tabela 17, não existem diferenças estatisticamente significativas entre os jogadores de cada equipa que participaram no estudo.

Contudo, é de referir que os jogadores da Académica A obtiveram, em média, valores mais elevados em todos os parâmetros analisados.

4.4 Resultados obtidos nos Testes de Terreno

Tabela 18 Estatística descritiva e inferencial, média e desvio padrão (Md±Sd), relativos a: sprint 20m (s); triplo salto (m); deslocamentos laterais (m); salto de remate (m); salto de bloco (m); salto de remate – deslocamento do centro de gravidade (CG) (m); salto de bloco deslocamento do centro de gravidade (CG) (m).

	n	Académica A (Md±Sd)	n	Académica B (Md±Sd)	T Student Sig.	Wilcoxon Sig.
Sprint (s)	7	3,14 ± 0,12	5	3,22 ± 0,20	0,411	1,000
Triplo salto (m)	7	7,94 ± 0,23	5	7,35 ± 0,56	0,030*	0,225
Deslocamentos laterais (m)	7	94,07 ± 7,73	5	92,60 ± 6,31	0,734	0,465
Salto Remate (m)	7	3,17 ± 0,10	5	3,0 ± 0,06	0,007**	0,043*
Salto Bloco (m)	7	2,95 ± 0,11	5	2,82 ± 0,07	0,041*	0,104
Salto Remate CG (m)	7	0,75 ± 0,06	5	0,65 ± 0,09	0,081	0,285
Salto Bloco CG (m)	7	0,58 ± 0,05	5	0,49 ± 0,09	0,099	0,102

*p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

Após o tratamento estatístico, através do teste T student, dos resultados obtidos nos Testes de Terreno, podemos verificar que existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados alcançados no teste de triplo salto e no salto de bloco. Para além disso, no salto de remate verificam-se diferenças altamente significativas, apresentando a Académica A melhores desempenhos do que a Académica B, nos referidos testes.

Considerando o teste de Wilcoxon, apenas se obtêm diferenças estatisticamente significativas na altura alcançada na realização do teste de remate.

Há que ter em consideração que se tratam de gestos específicos do voleibol. Assim, parece-nos coerente que os jogadores que treinam há mais tempo, durante mais horas e com mais frequência obtenham resultados superiores e com diferenças estatisticamente significativas.

Para a realização do triplo salto, tendo em conta a intensidade e a duração do esforço, a via energética solicitada é a anaeróbia aláctica. Deste modo, a diferença estatisticamente significativa no triplo salto parece indicar-nos que existem diferenças na potência anaeróbia aláctica entre os jogadores das equipas em estudo, apesar de não termos detectado essas mesmas diferenças no teste de Força-velocidade, nem nos de impulsão vertical. Tal facto pode estar relacionado com a especificidade dos testes, relativamente à modalidade.

5. CORRELAÇÕES

5.1 Correlações entre os resultados obtidos nos testes de terreno

Tabela 19 Correlações entre os resultados obtidos nos Testes de Terreno

	n	Sprint	Triplo salto	Desloc. Laterais	Salto Remate	Salto Bloco	Salto Remate CG	Salto Bloco CG
Sprint	12		-0,740**	-0,435	-0,198	-0,121	-0,952**	-0,833**
Triplo salto	12	-0,740**		0,514	0,648*	0,504	0,815**	0,762*
Desloc. Laterais	12	-0,435	0,514		0,434	0,553	0,412	0,504
Salto Remate	12	-0,198	0,648*	0,434		0,931**	0,403	0,516
Salto Bloco	12	-0,121	0,504	0,553	0,931**		0,229	0,440
Salto Remate CG	12	-0,952**	0,815**	0,412	0,403	0,229		0,880**
Salto Bloco CG	12	-0,833**	0,762*	0,504	0,516	0,440	0,880**	

*p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

Dos resultados apresentados na tabela 19, gostaríamos de salientar a correlação negativa e altamente significativa entre o sprint e o triplo salto, a deslocação do centro de gravidade no salto de bloco e no salto de remate. Estes dados sugerem que quanto menos tempo demoram no sprint, maior é a elevação do seu centro de gravidade nos saltos. Este resultado aponta para que os jogadores mais velozes serão também aqueles que conseguem melhor performance nos saltos.

5.2 Correlações entre os resultados obtidos nos testes de terreno e nos testes de laboratório

Tabela 20 Correlações entre os resultados obtidos nos Testes de Terreno e nos testes de laboratório (Teste força –velocidade (PanM e PanM relativa), Teste de Wingate (capacidade anaeróbia) e em tapete rolante (VO₂máx e VO₂máx relativo)).

	N	PanM (w)	PanM (w/kg)	VO ₂ máx (l/min)	VO ₂ máx (ml/kg/min)	Capacidade Anaeróbia (w)
Sprint	12	0,116	-0,409	0,197	-0,514	0,149
Triplo salto	12	0,301	0,522	0,171	0,295	0,255
Desloc. Laterais	12	0,542	0,705*	0,283	0,198	0,442
Salto Remate CG	12	0,101	0,825**	-0,153	0,426	-0,052
Salto Bloco CG	12	0,260	0,751*	-0,227	0,044	0,135

p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

Na tabela 20 podemos observar a existência de correlações significativas entre a potência anaeróbia máxima relativa e os deslocamentos laterais, e também, com o deslocamento do centro de gravidade no salto de bloco. A potência anaeróbia máxima relativa apresenta, ainda, correlação altamente significativa com o deslocamento do centro de gravidade no salto de remate.

Sendo o remate e o bloco consideradas acções fundamentais e decisivas na modalidade em questão, um maior deslocamento do centro de gravidade poderá tornar-se o factor de sucesso. A correlação observada entre este e a potência anaeróbia máxima relativa, realça a importância do sistema dos fosfagénios na modalidade.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos, e tendo em conta a nossa amostra e o desenho experimental:

- Os jogadores da Académica A apresentam envergadura significativamente superior ao da Académica B (e também a estatura, considerando o teste T student);
- Em relação ao somatótipo, os jogadores da equipa A tendem para a robustez esquelética, seguida das medidas de comprimento, enquanto que os jogadores da Académica B tendem para a robustez esquelética, seguida da obesidade.
- Relativamente ao treino, concluímos que existem diferenças altamente significativas (considerando o teste T student), ou significativas (considerando o teste de Wilcoxon) entre os jogadores da Académica A e B relativamente ao número de treinos por semana; duração dos treinos, e também na duração do tempo dedicado à preparação física, técnica e tática.
- No que concerne à avaliação das vias energéticas, não existem diferenças estatisticamente significativas relativamente a nenhum dos parâmetros avaliados laboratorialmente (potência e capacidade aeróbia; potência anaeróbia máxima e capacidade anaeróbia). De igual forma, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos testes realizados no Ergojump.
- Através dos testes de terreno realizados, verificam-se diferenças estatisticamente significativas no triplo salto e na altura alcançada no salto de bloco. Relativamente à altura atingida no salto de remate existem diferenças altamente significativas. Considerando o teste de Wilcoxon, apenas existem diferenças estatisticamente significativas no salto de remate. Em todos os casos, é a Académica A que apresenta os melhores resultados. Lembramos

uma vez mais que as diferenças significativas na altura atingida nos saltos de remate e de bloco poderão não se dever a uma maior potência, mas a uma maior estatura, uma vez que quando temos em consideração o deslocamento do centro de gravidade, essas diferenças não existem.

- Verificamos a existência de correlação negativa e altamente significativa entre o tempo realizado no sprint e a distância percorrida no triplo salto e o deslocamento do centro de gravidade no salto de remate e de bloco. O que poderá sugerir que, a performance no sprint poderá indiciar a performance nos saltos.
- A potência anaeróbia máxima relativa (w/kg), obtida através do teste Força-Velocidade, apresenta correlação positiva e significativa com o deslocamento do centro de gravidade no salto de bloco e uma correlação altamente significativa com o deslocamento do centro de gravidade no salto de remate. Tais correlações realçam a importância do sistema dos fosfagénios na execução de duas das acções fundamentais do voleibol, e por conseguinte, a importância do treino com vista à melhoria da performance deste sistema.

BIBLIOGRAFIA

-  Adams, Gene M. (2002). *Exercise Physiology*. 4th edition.
-  Barata, T. (1997). *Actividade Física e Medicina Moderna*. Sobre(o)viver manuais. Europress
-  Bar-Or, O. (1996). Anaerobic Performance. In: Docherty, D. (Ed.). *Measurement in Pediatric Science*. Canadian Society for Exercise Physiology, Human Kinetics, pp. 161-182.
-  Bonetti, A., Catapano, A., Novarini, A., Pascale, R., Zeppilli, P., Zuliani, U. (1988). Changes in lipid metabolism induced by volleyball playing. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 28, n° 1, 40-43.
-  Bosco, C. (1987). Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica de la fuerza explosiva y de la potencia aláctica con test de Bosco. *Apunts: Vol. XXIV*, pp. 151-156
-  Bouchard, C., C., Taylor, A., Simoneau, J. & Dulac, S. (1991). Testing Anaerobic Power and Capacity, In: MacDougall, J., Wenger, H. & Green, H. (Eds). *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*, pp. 175-221. Canadian Association of Sport Sciences, Human Kinetics, pp.175-221.
-  Brislin, G. (1997). *Coaching volleyball*. Ed. Kinda S. Asher
-  Bubeck, D., Gollhofer, A. (2001). Load induced changes of jump performance and activation patterns in free drop jump exercises and sledge jumps. *European Journal of Sport Science*, vol. 1, n°3
-  Cabral, V. (1998). Avaliação da Capacidade Aeróbia em Tenistas de Diferente Nível Competitivo. FCDEF-UP

-  Chamari, K., Ahmaidi, S., Blum, J. Y., Hue, O., Temfemo, A., Hertogh, C., Mercier, B., Préfaut, C., Mercier, J. (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping volleyball athletes. *European Journal of Applied Physiology*, vol. 85, pp. 191-194.
-  Chicharro, J. L. & Vaquero, A. F. (1995). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
-  Cloes, M (s/d). Aspects Pratiques de la Preparation Physique en Volleyball.
-  Conlee, R., McGown, C., Sucec, A.(1990). Gold Medal Volleyball: The training Program and Physiological Profile of the 1984 Olympic Champions. *Research Quarterly For Exercise and Sport*. vol.6, n°2, pp. 196-200.
-  Driss, T., Vandewalle, H., Monod, H. (1998). Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 38, n° 4, pp. 286-293.
-  Dufek, J. S., Zhang, S. (1996). Landing models for volleyball players : a longitudinal evaluation. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 36, n° 1, pp. 35-42.
-  Dyba, W. (1982). Physiological and activity characteristics of volleyball. *Volleyball Technical Journal*. Vol. 6, n° 3, pp.33-51.
-  Fardy, P.S., Hritz, M. G. & Hellerstein, H.K. (1976). Cardiac responses during women's intercollegiate volleyball and physical fitness changes from a season of competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 16, n°4, pp. 291-300.

-  Ferrero, J. & Vaquero, A. (1995). Consumo de Oxigênio: concepto, bases fisiológicas y aplicaciones, In: J. Chicharro & A. Vaquero (Eds.), *Fisiología del Ejercicio*, Madrid: Panamericana, pp. 209-218.
-  Fleck, S.J., Case, S., Puhl, J., Van-Handle, P. (1985). Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 10, nº3, pp 122-126.
-  Foss, M. & Keteyian, S. (2000). *Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte*. 6ª Edição. Editora Guanabara Koogan S.A.
-  Gallego, Javier G. (1992). *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte*. Interamericana McGraw-Hill, 1ª ed.
-  Gionet, N. (1980). Is volleyball an aerobic or an anaerobic sport? *Volleyball Technical Journal*. Vol. 5, nº 1, pp.31-36.
-  Gualdi-Russo, E., Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 41, nº 2, pp. 256-262.
-  Guyton, C. & Kilimann, M. (1993). *Tratado de Fisiología Médica*. (9ªed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.)
-  Hakkinen, K. (1989). Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basketball players. *Journal of Human Movement Studies*, vol. 16, pp. 291-303.
-  Hakkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 33, nº 3, pp. 223-232
-  Hertogh, C., Hue, O. (2001). Jump evaluation of elite volleyball players using two methods: jump power equations and force platform. *The*

Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, vol. 41, n° 1, pp. 300-303.

-  Hosler, W. W., Morrow, J. R., Jr., Jackson, A. S. (1978). Strength, anthropometric and speed characteristics of college women volleyball players. *Research Quarterly*, vol. 49, n°3, pp. 385-388.
-  Inbar, O., Bar-Or, O. & Skinner, J. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Human Kinetics.
-  Kalinski, M. I., Norkowski, H., Kerner, M. S., Tkaczuk, W. G. (2002). Anaerobic power characteristics of elite athletes in national level team-sport games. *European Journal of Sport Science*, vol. 2, n°3.
-  Koozechian, H., Nazem, F., Tabrizi, K. G. (2002). Comparison of characteristics of somatotype, physiological & chosen motor abilities between elite and beginner volleyball players. *International Journal of Physical Education*, vol. 39, n° 1, 1st quarter, pp. 36-40.
-  Kunstlinger, U., Ludwig HG, Stegemann J. (1987). Metabolic changes during volleyball matches. *Int Journal of Sports Medicine*; vol 8, pp. 315-322.
-  Laconi, P., Melis, F., Crisafulli, A., Sollai, R., Lai, C., Concu, A. (1998). Field test for mechanical efficiency evaluation in matching volleyball players. *International Journal of Sports Medicine*, vol. 19, pp. 52-55.
-  MacLaren, D. (1990). Court games. In T. Reilly, N. Secher, C. Williams, eds. *Physiology of Sports.*, 1^a ed.
-  Mesquita, I. (1991). A importância da análise do processo de treino em voleibol. *As Ciências do Desporto e a Prática Desportiva*. Vol. 2. Eds: Jorge Bento, António Marques. Pp. 65-71.

-  McArdle, W., Katch, F. & Katch, V (1996). *Exercise Physiology* (4th ed.). USA: Williams and Wilkins.
-  McArdle, W., Katch, F. & Katch, V (1998). *Fisiologia do exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4^a Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.
-  MacDougall, J., & Wenger, H., & Green, H. (1995). *Evaluación Fisiológica del Deportista*. Editorial Paidotribo.
-  McGown, Sucec, Frey, Laubach, Conlee, Beal, Buono, Tamayo and Philips (1990). Gold medal volleyball: the training program and physiological profile of the 1984 olympic champions. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, vol.61, n°2, pp. 196-200
-  Morrow, J. R., Jr., Jackson, A. S. Hosler, W. H., Kachurik, J. K. (1979). The importance of strength, speed and body size for team success in women's intercollegiate volleyball. *Research Quarterly*, vol. 50, n° 3, pp. 429-437.
-  Mouche, M. (2001). Evaluacion de la potencia anaerobica con Ergojump. *Revista Digital*, Buenos Aires, Ano 6, n°30.
-  Pereira, A. (1999). *SPSS – Guia práctico de utilização*. Editora Sílabo (2^a ed.)
-  Pereira, J. & Rasoilo, J. (2001). *Bioenergética e função respiratória. Notas de apoio aos cursos de mestrado em treino de alto rendimento e do jovem atleta*. FMH.
-  Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology – Theory and Application to Fitness and Performance* (3th ed.) USA: Brown & Benchmark.

-  Puhl, J., Case, S., Fleck, S., Handel, P. (1982). Physical and physiological characteristics of elite volleyball players. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, vol.53, n°3, pp. 257-262
-  Ravn, S., Voigt, M., Simonsen, E. B., Alkjaer, T., Bojsen-Moller, F., Klausen, K. (1999). Choice of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump – effect of training background or inherited preference? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, vol. 4, n° 4, pp. 201-208.
-  Robergs, R & Roberts, S. (1997). *Exercise Physiology* (3th ed.), Madison: Brow & Benchmark publishers.
-  Rodriguez, F. A. & Aragonês, M. T. (1992). Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. Gonzalez, J. (ed.). *Fisiología del a actividad física y del deporte*. Madrid: Interamericana, McGraw Hill, pp. 23-278.
-  Smith, D. J., Roberts, D., Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, vol. 10, pp. 131-138.
-  Sobral, F. & Silva, M. (1998). *Cineantropometria – Curso Básico*. Coimbra: FCDEF-UC.
-  Tanguay, E. (1987). La planification de la préparation physique du volleyeur. In *Cahier de l'entraîneur - Volley-ball II*. Fédération de Volley-ball du Québec, 1^a ed.
-  Tanguay, E. (1991). La préparation physique. In *Cahier de l'entraîneur - Volley-ball*. Fédération de Volley-ball du Québec, 4^a ed.
-  Tanguay, E. (1997). Physical preparation. In *Coaches Manual Level 2*.

-  Tous, J. (1999). *Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculacion*. Barcelona:Ergo.
-  Van Praagh, E. (1996). Testing Anaerobic Performance. In: Bar-Or (Ed.). *The child and adolescent athlete*. Encyclopaedia of Sports Medicine. Bleckwel Science, 7, pp. 602-616.
-  Viitasalo, J. T. (1982). Anthropometric and Physical performance characteristics of male volleyball players. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 7, pp. 182- 188.
-  Viitasalo, J. T. (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, vol.59, nº 1, pp. 9-13.
-  Viitasalo, J., Rusko, H., Pajala, O., Rahkila, P., Ahila, M., Montonen, H. (1987). Endurance requirements in volleyball. *Canadian Journal of Sports Sciences*, vol. 12, nº 4, pp. 194-201.
-  Voigt, H., Vetter, K. (2003). The value of strength-diagnostic for the structure of jump training in volleyball. *European Journal of Sport Science*, vol. 3, nº3.
-  Wielki, C. (1978). Standadization of the duration of volleyball meets. *Volleyball Technical Journal*. Vol. 4, nº 3, pp. 37-50.
-  Williams, C. (1997). Children's and adolescents anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Medicine*, vol. 24, nº4, pp: 227-240.
-  Wilmore, J. H. (1982). *Training for Sport and Activity: The Physiological Basis of the Conditioning Process* 2nd Ed. Boston: Allyn and Baco.

 Wilmore, J., & Costill, D. (1999). *Physiology of Sport and Exercise*, 2nd ed, EUA: Human Kinetics.

 Wilmore, J., & Costill, D. (2000). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 3th Edition. Barcelona: Editorial Paidotribo.

