

U.PORTO



FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

Estudo das exigências fisiológicas e funcionais do jogo de voleibol de praia e das suas implicações na recuperação

Mário Pedro Oliveira Inácio

Porto, Dezembro de 2006

U. PORTO



FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

Estudo das exigências fisiológicas e funcionais do jogo de voleibol de praia e das suas implicações na recuperação

Monografia realizada no âmbito da disciplina de
Seminário do 5º ano da licenciatura em Desporto
e Educação Física, na área de Desporto de
Rendimento - Voleibol, da Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto

Orientador: Prof. Doutor José Magalhães
Co-Orientador: Prof. Doutora Isabel Mesquita

Mário Pedro Oliveira Inácio

Porto, Dezembro de 2006

Agradecimentos

Este passo é o último de uma grande caminhada realizada com bastante esforço e sobretudo com bastante apoio.

Não posso deixar passar em claro esta última oportunidade para agradecer a quem eu realmente sinto que me ajudou a concretizar esta longa caminhada.

À Professora Doutora Isabel Mesquita por me ter dado esta oportunidade de trabalhar na área que eu sempre quis e lutarei para continuar.

Ao Professor Doutor António Ascensão por toda a sua disponibilidade, ajuda fundamental na parte experimental do trabalho, suas opiniões e sugestões preciosas que foram extremamente importantes para a concretização deste trabalho.

Ao professor Mestre Eduardo Oliveira por toda a sua disponibilidade e ensinamentos relativamente ao manuseamento de alguns instrumentos de avaliação, que se tornou também preponderante nesta etapa.

Ao Professor Doutor José Magalhães toda a sua ajuda, compreensão e por me ter ajudado da melhor forma possível quando eu parecia fraquejar. Por toda a sua transmissão de conhecimentos e motivação para a realização desta tarefa. Obrigado pela sua confiança num dos momentos mais importantes da minha vida.

À Junta de Freguesia de Matosinhos por ter cedido o local imprescindível à operacionalização da parte experimental deste trabalho.

A todos os atletas que se disponibilizaram a participar neste projecto, uma vez que sem eles nada disto era possível.

Aos meus pais que sempre desejaram que este momento chegasse e que fizeram o possível e o impossível para me ajudar da melhor forma, mesmo quando parecia impossível.

À Patrícia Costa que foi também ela uma pedra importante na realização deste trabalho.

E por fim à Andreia Ribeiro por seres quem és. Obrigado por sempre teres estado lá quando eu mais precisei. Obrigado por todo o amor e carinho que me ajuda a crescer.

A todos obrigado

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	I
RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESFORÇO INTERMITENTE	3
2.2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO VOLEIBOL DE PRAIA	13
2.3. EXIGÊNCIAS FISIOLÓGICAS DO VOLEIBOL DE PRAIA.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	26
3.2. PROCEDIMENTOS	27
3.2.1. <i>Recolha de dados</i>	27
3.2.1.1. <i>Protocolo de aplicação dos testes</i>	27
3.2.1.1.1. <i>VO₂ máximo</i>	29
3.2.1.1.2. <i>Frequência cardíaca em jogo</i>	29
3.2.1.1.3. <i>Concentrações sanguíneas de lactato em jogo</i>	29
3.2.1.1.4. <i>Deslocamentos em jogo</i>	30
3.2.1.1.5. <i>Velocidade 7,5metros e 15metros</i>	30
3.2.1.1.6. <i>Impulsão vertical</i>	30
3.2.1.1.7. <i>Wingate</i>	31
3.2.1.1.8. <i>Força Máxima Isométrica</i>	32
3.2.2. <i>Tratamento de dados</i>	32
3.3. INSTRUMENTARIUM	33

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	34
4.1. VO ₂ MÁXIMO	34
4.2. FREQUÊNCIA CARDÍACA EM JOGO.....	35
4.3. CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE LACTATO EM JOGO.....	36
4.4. DESLOCAMENTOS EM JOGO	37
4.5. VELOCIDADE 7,5M E 15M	38
4.6. IMPULSÃO VERTICAL	38
4.7. WINGATE	39
4.8. FORÇA MÁXIMA ISOMÉTRICA	40
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	42
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
8. ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESQUEMA SIMPLIFICADO DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL; FMI – FORÇA MÁXIMA ISOMÉTRICA.....	28
FIGURA 2 - GRÁFICO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE UM JOGO DE VOLEIBOL DE PRAIA COM 3 SETS.	35
FIGURA 3 - % DE TEMPO DE JOGO DESPENDIDO NAS DIFERENTES PERCENTAGENS DE FC MÁXIMA. VALORES REPRESENTAM A $M \pm EPM$	36
FIGURA 4 - % DE TEMPO TOTAL DE JOGO CORRESPONDENTE A DIFERENTES INTENSIDADES DE JOGO. VALORES REPRESENTAM A $M \pm EPM$	37

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS E FISIOLÓGICAS DOS JOGADORES DE VOLEIBOL DE PRAIA.	26
TABELA 2 - FC MÁXIMA, VO ₂ MÁXIMO E VELOCIDADE MÁXIMA AERÓBIA ATINGIDA PELOS VOLEIBOLISTAS.....	34
TABELA 3 - EFEITO DO VOLEIBOL DE PRAIA NAS CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS DE LACTATO.	36
TABELA 4 – EFEITOS DE UM JOGO DE VOLEIBOL DE PRAIA NA VELOCIDADE DE 7,5 E 15 METROS DOS ATLETAS.....	38
TABELA 5 – EFEITOS DE UM JOGO DE VOLEIBOL DE PRAIA NA IMPULSÃO COM CONTRA-MOVIMENTO DOS ATLETAS.	39
TABELA 6 – EFEITOS DE UM JOGO DE VOLEIBOL DE PRAIA NAS VARIÁVEIS DO TESTE WINGATE	40
TABELA 7 – EFEITOS DE UM JOGO DE VOLEIBOL DE PRAIA NA CONTRACÇÃO MÁXIMA VOLUNTÁRIA ISOMÉTRICA, NOS GRUPOS MUSCULARES, QUADRICEPS E ISQUIOTIBIAIS, DO MEMBRO INFERIOR DOMINANTE DOS ATLETAS.....	41

RESUMO

Um atleta de voleibol de praia, numa competição oficial, pode realizar 3 jogos no mesmo dia, com tempos de repouso apenas de 3 horas. Assim sendo, foi nosso objectivo verificar se os atletas estão aptos para realizar um novo jogo com tão curto período de recuperação. A amostra utilizada foi constituída por 15 atletas de voleibol de praia ($23,6 \pm 2,3$ anos; $77,1 \pm 4,2$ kg; $187,5 \pm 6,5$ cm; $11,7 \pm 2,6$ % gordura corporal). Os atletas realizaram uma avaliação de laboratório para obter a sua FC e VO_2 máximos. Realizaram também um protocolo no terreno que consistia em 3 momentos de avaliação (antes do jogo, imediatamente após o jogo e 3 horas após o término do jogo) nos quais os atletas realizaram testes de impulsão vertical, velocidade 7,5 e 15 m, força máxima isométrica e o teste de Wingate. Durante o jogo a frequência cardíaca dos atletas foi monitorizada assim como o número de deslocamentos. Ainda durante o jogo foram realizadas colheitas aleatórias de sangue para análise das concentrações de lactato.

Os principais resultados mostram não existir alterações significativas nos valores de impulsão vertical, de potência anaeróbia e de resistência de força imediatamente após o jogo. Por outro lado, verifica-se uma diminuição significativa da performance de velocidade horizontal (7,5 e 15 m) e da força máxima isométrica dos extensores e flexores da perna após o jogo. Também se constatou que durante cerca de 65% do tempo de jogo os atletas se exercitam a uma intensidade acima de 70% da FC máx. A actividade do jogo, segundo uma avaliação por acelerometria, revelou ser moderada – reduzida. As concentrações de lactato sanguíneas obtidas durante o jogo são significativamente diferentes dos valores iniciais, mas ainda assim baixas. Verificou-se, ainda, que com excepção da velocidade de deslocamento, os atletas recuperaram todos os restantes parâmetros após 3 horas.

Adicionalmente, podemos concluir que após 3 horas de recuperação os atletas de voleibol de praia estão aptos para realizarem um novo jogo.

Palavras-chave: voleibol de praia, recuperação, consumo máximo de oxigénio, frequência cardíaca, lactato, intensidade de exercício.

1. INTRODUÇÃO

O voleibol de praia é uma modalidade extremamente recente e em grande evolução. Como prova são as alterações às regras de jogo que se fizeram sentir num desporto ainda tão jovem como este.

Estas adaptações surgem como forma de melhorar, tornar mais cativante, entusiasmante e também mais competitiva a modalidade. Mas para tal acontecer é necessário conhecer, saber, possuir conhecimentos táticos, técnicos, físicos e também fisiológicos que envolvem esta modalidade.

Estes pontos são todos importantes uma vez que numa competição de voleibol de praia, nacional ou internacional, os atletas podem realizar 3 jogos no mesmo dia, por vezes com tempos de repouso apenas de 3 horas entre os jogos e ter vários dias de provas, desde qualificações até quadros principais. Para tal é necessário estar muito bem preparado fisicamente para conseguir corresponder às eventuais exigências físicas e fisiológicas (Smith et al, 1992; Conlee et al, 1982 cit Barroso, 2005) quando for solicitado.

É provável que os jogadores de voleibol de praia possam desenvolver elevados graus de fadiga, particularmente nos membros inferiores, comprometendo dessa forma a realização das habilidades técnicas e a capacidade física necessária para a realização das mesmas.

No entanto, apesar de ser modalidade Olímpica, não existem estudos que caracterizem as exigências fisiológicas e implicações funcionais do jogo de voleibol de praia. Os estudos existentes sobre a modalidade focam essencialmente aspectos relacionados com lesão (Aagaard, Scavenius, & Jorgensen, 1997; Bahr & Reeser, 2003), aspectos biomecânicos (Bishop, 2003; Giatsis, Kollias, Panoutsakopoulos, & Papaiakovou, 2004) e psicológicos (Kais & Raudsepp, 2004). Mas será que os atletas conseguem corresponder de igual forma em todos os jogos que realizam no mesmo dia, até mesmo tendo reduzidos tempos de repouso como 3 horas?

Esta é a problemática que vamos discutir e investigar ao longo deste estudo. Desta forma elaboramos uma bateria de testes que possibilitasse a

observação e análise das alterações fisiológicas e funcionais que um jogo de voleibol de praia pode induzir nos atletas.

Iniciamos com a caracterização da amostra, seguido da operacionalização da bateria de testes. Esta bateria possuía como finalidade avaliar a velocidade de deslocamento (7,5 e 15 metros), impulsão vertical (counter-movement jump), potência anaeróbia dos membros inferiores e resistência de força (teste Wingate), monitorização da produção de lactato e frequência cardíaca durante o jogo, registo da intensidade de actividade (acelerómetro unidimensional) e força máxima isométrica dos grupos musculares, flexores e extensores, da perna dominante.

Na operacionalização escolhemos 3 momentos de avaliação, antes do jogo, imediatamente após o jogo e 3 horas após o término do jogo.

Devido a tal falta de informação acerca da modalidade, parece-nos extremamente pertinente ter como objectivos gerais do presente estudo, descrever o impacto fisiológico e funcional de um jogo de voleibol de praia e verificar se os atletas estão aptos para realizar 2 jogos com apenas 3 horas de intervalo para repouso.

A partir destes objectivos gerais formulámos os seguintes objectivos específicos.

- avaliar as alterações funcionais após um jogo de voleibol de praia quanto à velocidade de deslocamento horizontal (7,5 e 15 m);
- avaliar as alterações na capacidade de impulsão vertical após um jogo de voleibol de praia;
- avaliar as alterações da potência máxima anaeróbia e resistência de força dos membros inferiores após um jogo de voleibol de praia
- avaliar as alterações na força máxima isométrica dos flexores e extensores da perna dominante após um jogo de voleibol de praia ;
- avaliar as alterações metabólicas induzidas pelo jogo de voleibol de praia, nomeadamente quanto às concentrações sanguíneas de lactato;
- estimar a intensidade de um jogo de voleibol de praia com base na interpretação do perfil da FC e do recurso à acelerometria.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Caracterização do esforço intermitente

O esforço intermitente é um tipo de esforço característico de diversas modalidades. Diversos autores, como por exemplo Soares (1988), definem modalidades de esforço intermitente como aquelas caracterizadas pela existência de paragens frequentes, fases de recuperação total e/ou parcial e níveis de intensidade muito variáveis, tanto nos momentos activos como nas fases de repouso. No entanto, o parâmetro que se pode considerar como o mais característico deste tipo específico de esforço é a completa aleatoriedade pela qual todas as acções se processam.

Tendo como base a ideia referida, diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de caracterizar o esforço intermitente, analisando diversos parâmetros como o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx.), a frequência cardíaca (FC), o dispêndio energético e a variação de inúmeros biomarcadores sanguíneos e musculares, entre os quais as concentrações de lactato.

Christmass et al (1999) realizaram um estudo onde verificaram que o consumo de hidratos de carbono em corrida intermitente de 12 seg. com 18 seg. de repouso, era superior ao da corrida contínua e, por sua vez, o consumo de lípidos era inferior. Já Chasiotis et al. (1987) compararam as respostas fisiológicas de uma actividade intermitente e uma contínua e verificaram que a utilização de ATP e a actividade glicolítica foram superiores durante contracções intermitentes, mas por outro lado a glicogenólise foi semelhante a contracções contínuas. Na mesma perspectiva de análise, Hu et al. (1999) verificaram que após um exercício intermitente, as concentrações basais de testosterona plasmática se mantiveram estáveis, no entanto, após exercício contínuo os valores eram inferiores.

Como tentativa de verificar as diferenças entre os dois tipos de esforço, ao nível do consumo de oxigénio e da frequência cardíaca, Drust et al (2000)

verificaram não existir diferenças significativas ao nível destes dois parâmetros. Da mesma forma, Falk (1995) verificou que o dispêndio energético de dois protocolos, contínuo e intermitente, eram semelhantes e portanto, com consumos de oxigénio semelhantes. Já Demarie et al (2000), ao comparar também os mesmos tipos de esforço, obtiveram resultados opostos. Verificaram que o exercício intermitente induzia resultados mais elevados que o contínuo no que respeita ao aumento da potência aeróbia máxima. Isto é, permite atingir valores de VO_2 mais elevados e manter uma actividade em VO_2 máximo mais prolongada.

Tardieu-Berger et al (2004) também realizaram um estudo para verificar a influência de diferentes tipos de exercício intermitente no VO_2 máximo. Os resultados que obtiveram mostraram que o tempo médio até à exaustão foi superior no exercício intermitente com maior tempo de repouso (E1). O tempo dispendido ao VO_2 máximo e o tempo dispendido acima de 90% do VO_2 máximo, não foi estatisticamente diferente nos distintos exercícios, mas quando expressos a um valor relativo, no E1 foram significativamente inferiores aos de menor tempo de repouso (E2). Apesar de se verificar uma diminuição significativa do tempo para atingir os 90% do VO_2 máximo, no início de cada série durante o E1, o tempo dispendido abaixo dos 90% do VO_2 máximo veio limitar o tempo a 90% do VO_2 máximo em cada série.

Por sua vez, Hargreaves et al. (1998) realizaram um estudo com sujeitos submetidos a um protocolo de 4 séries de 30 seg. até à exaustão em cicloergometro com períodos de repouso de 4 min entre as 3 primeiras séries. No final da 3ª série, os indivíduos repousaram 4 min e realizaram um exercício de 30 min a 30 – 35 % VO_2 máx. e seguidamente repousaram mais 60 min antes da 4ª série. Os resultados mostram uma diminuição da potência da 1ª para a 3ª série, mas não foram registadas diferenças de potência entre a 1ª e a 4ª série. Imediatamente antes da 3ª série, as concentrações de Adenosina Trifosfato (ATP), Fosfocreatina (PCr), glicogénio, pH e o consumo de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático sofreram uma redução. Por outro lado, as concentrações de lactato aumentaram. Antes da realização da 4ª série, as concentrações de ATP e glicogénio mantiveram-se significativamente mais

baixas que imediatamente antes da 1ª série, mas desta vez não se verificaram diferenças significativas nos valores de lactato, pH e consumo de Ca^{2+} de retículo sarcoplasmático. As concentrações de PCr anteriores à 4ª série encontravam-se mais elevadas que os valores de repouso. Saugen et al. (1997), também suportam esta ideia visto que ao utilizarem um protocolo de contracções isométricas de 6 seg. de duração e 4 seg. de repouso, a 40% da CMV, constataram que a PCr diminui consideravelmente nos primeiros períodos de tempo, atingindo uma posterior estabilidade, mas este último ainda acrescenta que os valores de PCr, Pi e pH retornam quase que para os valores de controlo em 5 min após a exaustão. Parolin et al. (1999) também verificaram uma acumulação de lactato significativamente progressiva durante um exercício de elevada intensidade, não atingindo valores superiores quando repetido.

Estes resultados podem ser explicados por McCartney et al (1986), Spriet et al (1989) e Withers et al (1991), ao afirmarem que as maiores vias para ressíntese de ATP são a depleção de PCr e a degradação de glicogénio muscular com a consequente formação de ácido láctico.

Montelpare et al (2002) verificaram ainda que após um protocolo intermitente, que consistia em 16 séries de 2 min de duração intervaladas com repouso de 2 min em ciclo ergometro, as concentrações urinárias totais de albumina e proteína se encontravam mais elevadas que após o protocolo contínuo (32 minutos a 75% VO_2 máx. em ciclo ergometro).

O ácido láctico possui uma elevada taxa de produção durante exercícios intermitentes (Bangsbo, 1993a). Como suporte à afirmação anterior existem inúmeros estudos realizados. Chamari et al (2001) verificaram que as concentrações sanguíneas de lactato variariam com a realização de saltos de impulsão vertical consecutivos e intervalados com repouso de 6 seg. Os resultados obtidos mostraram que após este tipo de esforço intermitente ocorre um aumento significativo das concentrações de lactato sanguíneo. Este aumento pode ser justificado pela activação do metabolismo anaeróbio láctico durante o exercício, que participa na produção de energia Chamari et al, (2001).

Durante a actividade muscular, a produção de energia depende de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio (Chamari et al., 2001). McArdle et al (1985) é ainda mais rigoroso afirmando que em actividades muito curtas de elevada potência, a energia provem predominantemente do sistema ATP-PCr, pelo fraccionamento de fosfatos intramusculares. As enzimas responsáveis pela degradação de ATP são designadas como ATPases. O seu processo de degradação dá-se por hidrólise e origina Adenosina Difosfato (ADP), fosfato inorgânico (Pi) e energia que será utilizada. A ADP posteriormente será ressintetizada em ATP (Brooks, Fahey, & White, 1996).

A PCr tem um papel muito importante em termos energéticos, fornecendo fosfatos para a ressíntese de ATP através da reacção da creatina quinase durante rápidos aumentos na intensidade do exercício (Bangsbo, 1993a). A terceira componente é uma enzima designada por mioquinase. Esta enzima tem a capacidade de criar uma molécula de ATP a partir de duas moléculas de ADP (Brooks et al., 1996).

Em actividades ligeiramente mais prolongadas e, necessariamente, de menor intensidade é o sistema glicolítico o predominantemente responsável levando à produção acrescida de ácido láctico (McArdle et al., 1985).

Brooks (1996), por outro lado, afirma que exercícios de intensidade moderada com duração superior a 30 segundos não podem ser suportados predominantemente pelos 2 primeiros sistemas energéticos (fosfagénios e via glicolítica) devido à sua reduzida capacidade. Assim sendo, a via oxidativa começa a ter um papel preponderante na produção de energia a partir dessa duração. Com a diminuição progressiva da intensidade do exercício e o prolongamento da actividade, a energia proveniente das reservas de fosfato e glicolíticas vão diminuindo, passando a produção aeróbia a ter cada vez mais um papel preponderante nesta acção. No exercício de longa duração, o sistema aeróbio é o principal responsável por gerar a energia necessária. No estudo realizado por Gaitanos et al. (1993) verificou-se que a energia necessária para manter a elevada performance durante um exercício máximo de carácter intermitente, como a realização de sprints maximais de 6 seg de duração com intervalos de 30 seg de repouso em cicloergometro, provinha de

uma contribuição semelhante do primeiro sistema energético (fosfagénios) e da glicólise anaeróbia.

Mercier et al (1991), por seu lado, mostrou que as concentrações de lactato venoso aumentavam significativamente após 6 seg. de exercício intenso. Desta forma, foi também concluído que o metabolismo anaeróbio láctico provavelmente contribui significativamente para a produção de energia durante exercícios intensos de curta duração. Posteriormente, Bangsbo et al (1996) também demonstraram que o exercício intenso está associado a uma elevada produção de lactato e consequente elevação de acidez intramuscular.

Moriguchi et al (2002) realizaram um estudo onde evidenciaram que para extensões repetidas da perna a intensidades elevadas (80% de 1 repetição máxima), o pH diminui consideravelmente durante 2,5 horas. Como consequência, as concentrações de lactato aumentaram significativamente após o primeiro minuto, ao contrário do que se verificou com outras cargas mais reduzidas.

Bangsbo (1993a) apresenta a perspectiva de que o exercício intermitente de elevada intensidade é mais exigente energeticamente que o exercício contínuo correspondente. Esta afirmação pode ser suportada pelo facto das concentrações de lactato, como tivemos a oportunidade de verificar, serem superiores durante exercícios de carácter intermitente. De facto, o elevado gasto energético durante exercícios intermitentes também pode ser justificado através do VO_2 . Uma vez que o VO_2 correspondente aos períodos de recuperação, é mais elevado que a produção de energia anaeróbia, anterior ao exercício. Por outro lado, o VO_2 excessivo durante os períodos de recuperação parece ser compensado por uma reduzida exigência energética quando o exercício intermitente de elevada intensidade é repetido (Bangsbo, 1993a).

Os estudos realizados de forma a comparar o gasto energético entre esforço contínuo e intermitente, mostram não haver diferenças significativas (Peterson, Palmer, & Laubach, 2004; Ribeiro Braga, de Mello, & Gobatto, 2004).

Para além dos temas utilizados para a realização dos estudos mencionados acima, existem diversos estudos que permitem analisar o esforço intermitente em termos de performance. No estudo realizado por Rahnema et al (2003) verificou-se uma diminuição progressiva e significativa dos índices de força dos quadricéps e isquiotibiais relativamente ao repouso no intervalo e final de jogo. Mercer et al (2003) mostraram uma diminuição dos valores de peak torque e torque relativizado ao ângulo de movimento, em cerca de 22,3% e 24,9% respectivamente, entre a avaliação anterior e posterior ao protocolo. Já Golden et al (1992) e Eston et al (1996) tinham previamente verificado que as diminuições de “peak torque” eram superiores para velocidades angulares superiores. Este facto suporta a noção de que as fibras musculares de tipo II, que possuem actividades mais elevadas da ATPase, creatina quinase, mioquinase, fosforilase, fosfofrutoquinase e lactato desidrogenase que as fibras tipo I (Essen, Jansson, Henriksson, Taylor, & Saltin, 1975; Harris, Essen, & Hultman, 1976; Thorstensson, Sjodin, Tesch, & Karlsson, 1977), podem ser selectivamente danificadas durante um exercício (Asp, Daugaard, Kristiansen, Kiens, & Richter, 1998; Brockett, Morgan, Gregory, & Proske, 2002).

Twist e Eston (2005), elaboraram um estudo onde a amostra realizou um conjunto de saltos verticais, seguidos de diferentes exercícios intermitentes, como por exemplo 10x6 seg. sprints em cicloergómetro, com 24 seg. de recuperação activa e sprint de velocidade de deslocamento 10x10m, com 12 seg. de repouso, que serviram de avaliação ao protocolo pliométrico. Os resultados deste estudo demonstraram que após exercícios pliométricos a capacidade do músculo gerar energia fica reduzida em pelo menos 3 dias. Da mesma forma, Girard et al (2006) com um estudo em ténis mostraram uma diminuição significativa nos valores da contracção máxima voluntária (CMV) após o término do jogo, assim como os valores de impulsão vertical.

Estes resultados de certa forma justificam a necessidade de conhecer métodos para diminuir os efeitos da fadiga. Bangsbo (1993a) refere a realização de exercício de baixa intensidade nos períodos de repouso, afirmando que, desta forma, os músculos são capazes de atingir os níveis normais mais precocemente. A taxa de remoção de lactato intramuscular

também é aumentada com esta situação. Como forma de suportar a afirmação de Bangsbo (1993a), o estudo de Dorado et al (2004) mostrou que a recuperação activa facilita a performance, uma vez que aumenta a contribuição aeróbia durante o exercício intermitente de alta intensidade.

A fadiga torna-se um aspecto fulcral para compreender a actividade física e a performance, daí a necessidade de a definir. Segundo Brooks e Fahey (1985) a fadiga pode ser entendida como a incapacidade de manter determinada intensidade de exercício para o grupo muscular em actividade. Ascensão et al (2003) são mais genéricos, referindo fadiga como uma diminuição mais ou menos acentuada na capacidade funcional do indivíduo. Estes autores ainda identificam algumas formas de manifestação da fadiga, como por exemplo a diminuição da velocidade máxima de um dado movimento, a diminuição da força isométrica, diminuição dos valores sub-máximos de força ou velocidade, o aparecimento de tremor muscular, entre outros. Pode então afirmar-se que as causas da fadiga variam com a natureza do exercício (Brooks & Fahey, 1985) e como Enoka et al e Kranz et al (1992; 1983) referem, o desenvolvimento da fadiga é específico do tipo de contracção, intensidade e duração da actividade. A fadiga pode ainda ser de origem periférica ou de origem central (Ascensão et al., 2003).

Segundo Bangsbo (1993) a fadiga pode surgir após um exercício de determinada intensidade. Por sua vez, o tempo necessário para recuperar deste estado de fadiga está dependente de uma grande variedade de factores como a capacidade do indivíduo, o tipo de actividade nos períodos de recuperação, a intensidade e a duração do exercício precedente. O estudo realizado por Iridiastadi e Nussbaum (2006) veio suportar esta ideia, mostrando que a intensidade da contracção possui influência sobre a maioria dos parâmetros associados à fadiga utilizados e que o tempo dos exercícios afectava os valores do espectro EMG. Por sua vez, Twist e Eston (2005) referem também que dos muitos sintomas que acompanham os danos musculares induzidos pelo exercício inabitual ou exaustivo, como a sensação de desconforto muscular, o aumento das concentrações sanguíneas de

proteínas miofibrilares, o edema e a diminuição da amplitude de movimentos, talvez o mais significativo será a diminuição da força muscular.

Lattier et al (2004) realizaram um estudo cujo principal objectivo foi verificar a contribuição de factores centrais e periféricos para a fadiga após uma corrida com inclinação ascendente de 18%. Os resultados mostraram uma diminuição significativa de cerca de 7% nos valores de contracção máxima isométrica voluntária dos músculos extensores do joelho, no final da corrida. No final deste estudo, foi possível afirmar que a fadiga muscular após corrida de alta intensidade surge devido a alterações significativas no processo excitação–contracção e também que este tipo de actividade não é capaz de induzir fadiga central significativa.

Como é sabido, umas das possíveis causas da fadiga periférica remete-se para a perda da homeostasia celular, nomeadamente devido ao fornecimento insuficiente de ATP às enzimas responsáveis pela sua degradação (ATPases) por unidade de tempo ou devido à acumulação de substâncias que desregulem as enzimas das várias vias metabólicas (Ascensão et al., 2003).

O lactato é uma dessas substâncias e a sua acumulação resulta da maior produção que remoção de ácido láctico em exercícios de alta intensidade e de curta duração (Brooks e Fahey, 1985). Bangsbo (1993a) afirma ainda que a fadiga está associada a uma grande produção de lactato e uma consequente elevação da acidez intra-muscular. Hargreaves et al (1998) também referem que para além da redução das concentrações de PCr e da disponibilidade de glicose poder contribuir para o declínio da produção de energia anaeróbia e consequentemente da performance do exercício, é possível que a acidose intramuscular, consequência do aumento da actividade glicolítica que ocorre durante o exercício, possa ser um dos potenciais responsáveis pela mesma situação (Hargreaves et al., 1998).

Foi também demonstrado que a acumulação e produção de lactato é reduzida com a repetição de exercício intenso (Bangsbo, Graham, Kiens, & Saltin, 1992). Este facto pode ser explicado por uma glicólise dificultada devido ao aumento sucessivo das concentrações de H^+ , anteriores às séries

subsequentes, visto ter sido demonstrado que um pH baixo possui um efeito inibitório na actividade da fosforilase e fosfofrutoquinase (PFK), extremamente importantes na regulação enzimática das vias glicolíticas (Amorena, Wilding, Manchester, & Roos, 1990). No entanto, na análise de exercícios repetidos, sempre existiu uma dificuldade em separar o efeito da elevada acidez do efeito do exercício precedente (Bangsbo et al., 1996). Este pode elevar as concentrações sanguíneas e musculares de lactato anteriormente à realização do exercício seguinte (Bangsbo et al., 1995) e afectar as trocas de lactato e iões H^+ durante o exercício e consequentemente o lactato e pH muscular durante o mesmo (Bangsbo et al., 1996). Assim sendo, a par de diversos outros factores, a fadiga pode também estar relacionada com elevadas concentrações de lactato e/ou acidose muscular, uma vez que já foi demonstrado que elevadas concentrações de lactato e baixo pH conseguem dificultar a performance muscular durante contracções intensas (Fitts, 1994).

Por outro lado, Vollestad et al (1988) sugere que a fadiga induzida pelo exercício repetitivo intermitente pode estar associada a uma dificuldade de acoplamento no fenómeno excitação–contracção, independente da variação das concentrações de diversos metabolitos e substratos. Por exemplo, a acumulação de Ca^{2+} intramitocôndrial, durante exercício prolongado, pode causar ainda mais danos que a diminuição de pH citoplasmático. De facto, se o Ca^{2+} se acumular em grandes quantidades a nível mitocôndrial a capacidade de produção de energia pela via oxidativa fica comprometida. Adicionalmente, a acumulação de radicais livres libertados, devido ao consumo de O_2 na mitocôndria, também é referido como um dos potenciais mecanismos de desregulação do funcionamento muscular, assim como as alterações nas concentrações de K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , glucose sanguínea, volume plasmático, osmolaridade e temperatura (Brooks e Fahey, 1985).

Ainda assim existem algumas incertezas quanto a alguns mecanismos que podem estar na origem da fadiga, como as causas da diminuição da glicólise e utilização de ATP na repetição de exercícios intensos. A mesma situação parece ser experimentada quanto à inibição reflexa no músculo aquando do aparecimento da fadiga. Esta situação pode ser justificada pela

acumulação de potássio intersticial poder estimular alguns grupos de receptores sensoriais de fibras nervosas (Bangsbo, 1993a). Efectivamente, Bangsbo (1993a) verificou uma elevada libertação de K^+ durante períodos de exercício de maior intensidade. Imediatamente após os períodos de elevada intensidade constatou-se uma diminuição significativa de potássio. Desta forma, é possível afirmar que o exercício intenso estimula suficientemente mecanismos, como as bombas de sódio e potássio, de forma a contrabalançar a libertação de potássio causada pelo exercício. Posteriormente, Bangsbo et al (1996) afirmam que a acumulação de K^+ , que durante um exercício é libertado do espaço intra para o extracelular do músculo-esquelético e posteriormente para a corrente sanguínea (Nielsen et al., 2004), também pode ser um factor importante para o aparecimento da fadiga (Bangsbo et al., 1996). Para além do referido, Fitts (1994) sugeriu que o aparecimento da fadiga, resultante da acumulação de K^+ no interstício muscular, pode ser devido a uma diminuição na capacidade de excitação da membrana. Mohr et al (2004) e Nielsen et al (2004) verificaram também que no ponto de exaustão, após exercício intenso de curta duração, as concentrações de K^+ intersticial elevam-se para valores de cerca de 12 mmol/L. Estes valores são suficientemente elevados para conduzirem a uma despolarização do potencial de membrana e consequente redução na produção de força (Cairns & Dulhunty, 1995)

Miller et al. (1988) contribuem também com o seu estudo, onde constataram que uma contracção máxima contínua, resultava num rápido declínio dos valores de CMV e PCr, acompanhada de um rápido aumento das concentrações de P_i , H^+ e $H_2PO_4^-$. Os resultados mostram a existência de uma relação significativamente linear entre o aumento das concentrações de H^+ e $H_2PO_4^-$ com a diminuição dos valores de CMV. Estes dados sugerem que tanto H^+ como $H_2PO_4^-$ podem ser importantes determinantes para o aparecimento da fadiga. Ainda Sjogaard et al. (1988) constataram que a corrente sanguínea que atravessa o músculo durante contracções de baixa intensidade (menos de 10% da CMV) é suficiente para impedir o aparecimento de fadiga. A partir destes valores a fadiga muscular começa a instalar-se. Como possível justificação

para o aparecimento da fadiga, surge novamente a perda da homeostasia de potássio.

Por outro lado, Ascensão et al (2003) referem que a fadiga pode também estar associada a mecanismos de origem central, nomeadamente a diminuição do potencial de acção. Essa diminuição do potencial de acção é conseguida pela diminuição das concentrações de acetilcolina libertadas para as placas motoras. Outra forma de indução da fadiga central é pela diminuição da excitabilidade dos motoneurónios, através da acção de centros supra-espinais. A acção destes centros ainda parece estar relacionado com alterações sanguíneas, como diminuição de glicemia, aumento de concentrações de amónia e adrenalina. A sua acção parece também ser mediada por aferências musculares, como fibras nervosas que reagem a elevadas concentrações de Pi e potássio durante o esforço físico (Ascensão et al., 2003).

2.2. Caracterização geral do voleibol de praia

Modalidades desportivas com bola requerem elevadas capacidades de compreensão assim como grandes capacidades físicas, técnicas, mentais e tácticas (Tsunawake et al., 2003). Dentro destas, as físicas conseguem-se reflectir nas habilidades técnicas dos próprios jogadores e nas tácticas da equipa em si (Tsunawake et al., 2003). Desta forma, os jogadores devem possuir as capacidades físicas que lhes permitam realizar movimentos rápidos e potentes e que os tornem competentes na realização de vigorosas manobras ofensivas e defensivas (Tsunawake et al., 2003).

O voleibol de praia é uma modalidade extremamente recente e surgiu como uma adaptação, ao nível do regulamento, do voleibol indoor para o jogo em praia. Mas mesmo tendo em consideração todas as adaptações que se fizeram sentir, a essência do jogo de voleibol manteve-se, existindo desta forma uma ligação íntima entre as duas modalidades referidas.

Pode-se então afirmar que esta recente modalidade (voleibol de praia) se insere no grupo dos Jogos Desportivos Colectivos (JDC). Como tal, é uma modalidade com enorme aciclicidade técnica, com uma grande complexidade devido a todas as adaptações que têm de surgir perante os problemas apresentados pelo jogo e com enorme exigência mental pela constante procura das soluções mais adequadas (Mesquita, 1992b).

Esta modalidade é jogada ao ar livre, num campo com piso de areia, de medidas totais 8m x 16m. A rede está colocada à mesma altura que a rede de voleibol em pavilhão (2,43m, no caso de seniores masculinos), onde o piso é de superfície dura. Esta diferença de terreno leva a algumas alterações ao nível das estratégias a utilizar em campo, mas a habilidade de impulsão vertical existe como uma qualidade geral e não é grandemente influenciada com as diferentes superfícies (Bishop, 2003).

O voleibol de praia possui um sistema de contagem semelhante ao sistema utilizado em pavilhão, o “rally point”. Neste sistema, cada set termina aos 25 pontos com diferença de 2 pontos, sendo a vitória dos sets alcançada aos 21 pontos. Também existem divergências relativamente ao voleibol indoor quanto ao número de sets. Ao contrário do que sucede na modalidade em pavilhão, onde os jogos são disputados “à melhor de 5 sets” (3-0, 3-1 ou 3-2), no voleibol de praia os jogos são disputados “à melhor de 3”, com os resultados possíveis de 2-0 ou 2-1. Como acontece em pavilhão, o último set é jogado apenas até aos 15 pontos.

Sendo os jogos disputados ao ar livre e, por isso, sujeitos a todas as inconstâncias climatéricas, as condições do vento ou sol podem motivar alterações da estratégia de jogo adoptada. Por isso, foram estipuladas trocas de lado de campo durante os sets. Estas trocas em vez de sucederem apenas no final de cada set, como na modalidade em pavilhão, sucedem de 7 em 7 pontos durante os sets normais e de 5 em 5 pontos no último set de desempate. No entanto, esta regra é uma das grandes responsáveis por um tempo de actividade relativamente reduzido, quebrando o ritmo de jogo com relativa frequência.

Para além das características acima mencionadas, o voleibol de praia é jogado em equipas de dois vs dois jogadores. Esta característica implica que ambos os atletas estejam sempre presentes nas diferentes acções de jogo.

A exemplo dos outros Jogos Desportivos Colectivos, nesta modalidade o objectivo é evitar a pontuação do adversário, mantendo a bola jogável e procurando criar condições para que a equipa adversária perca o controlo da mesma, permitindo marcar ponto (Viitasalo et al, 1985 cit Barroso, 2005). Assim sendo, as exigências físicas e psicológicas tornam-se elevadas e a necessidade de um jogador possuir um conhecimento táctico bastante apurado é eminente. Como afirma Bangsbo (1993a) para o futebol, também no voleibol de praia é possível compensar alguma falta de condição física com um elevado grau de motivação e a escolha de uma táctica adequada.

No voleibol de praia os atletas estão sujeitos a um elevado número de jogos durante as etapas do campeonato nacional assim como durante as etapas do world tour. De facto, os atletas chegam a realizar cerca de 4 jogos num único dia e ter continuamente jogos durante 3 a 5 dias de competição.

No que diz respeito ao campeonato nacional de voleibol de praia, tem início no mês de Junho e termina no final do mês de Agosto, passando por diversas zonas do país em praias marítimas ou até mesmo em praias fluviais, dependendo do concurso dos Municípios à Federação Portuguesa de Voleibol.

A competição é realizada todas as semanas com a duração de 3 dias. O primeiro dia é 6ª feira e é reservado para a fase de qualificação para o quadro principal, designada de “qualify”. Sábado e domingo são reservados para os jogos do quadro principal.

As equipas são hierarquizadas através dos pontos conquistados por cada atleta, que somados se tornam nos pontos de equipa. No qualify entram as 23 equipas com menos pontos, que vão jogar num sistema de playoff com 3 rondas de eliminação simples, ou seja, basta uma derrota para a equipa ser eliminada da etapa. No final do qualify, as 4 equipas vencedoras ficam apuradas para jogar no quadro principal realizando um total de 3 jogos no mesmo dia.

O quadro principal é jogado com as 12 melhores equipas, uma vez mais hierarquizadas pelos pontos, mais as 4 equipas apuradas do qualify, formando desta forma um conjunto de 16 equipas.

Desta vez, as equipas jogam num sistema de playoff com dupla eliminação, isto é, existe a árvore com o lado dos vencedores e o lado dos vencidos, sendo assim necessário 2 derrotas para se ser eliminado da etapa.

Para domingo fica reservada a final, as semi-finais, o 3º e 4º lugar e os quartos de final, onde uma equipa pode jogar até 4 jogos no mesmo dia. No sábado são jogados os restantes jogos do playoff, 2 rondas do lado dos vencedores e 3 do lado dos vencidos, onde o número de jogos realizados pode chegar também a quatro, no mesmo dia.

Como se torna lógico, para ser possível a realização de tantos jogos num só dia, os tempos de repouso são na ordem das 4 horas, 3 horas e por vezes até menos, sucedendo raramente.

No final da etapa são somados os pontos referentes às vitórias de cada equipa e divididos por 2, metade para cada atleta, uma vez que na etapa seguinte a constituição das equipas pode não ser a mesma.

No caso do world tour, o sistema é relativamente semelhante.

A competição inicia-se por volta do mês de Junho e termina por volta do mês de Outubro, onde nos últimos 5 anos, o número de etapas realizadas subiu de 10 para 16, muito devido ao aumento de popularidade que a modalidade tem tido.

Estas etapas são realizadas em diversos países do globo, coincidindo com as épocas do ano próximas do verão nos diferentes hemisférios e intervaladas em cerca de 3 dias. Este facto dificulta um pouco a participação em todas as etapas do world tour, não só pela questão da fadiga acumulada mas também em termos financeiros, uma vez que as deslocações são suportadas pelas próprias equipas.

Quanto à competição em si, tem a duração de 5 dias, onde o primeiro dia (4ª feira) é reservado para a fase de qualificação e os restantes 4 para os jogos do quadro principal.

À semelhança do que verificamos na nossa competição, as equipas também são hierarquizadas consoante os pontos que possuem.

A fase de qualificação é realizada em sistema de playoff com eliminação simples e o número de rondas é dependente do número de equipas inscritas no qualify. Desta vez, as 8 melhores equipas ficam apuradas para participar no quadro principal.

O quadro principal é constituído pelas 24 equipas com maior número de pontos, mais as 8 equipas apuradas do qualify, perfazendo um total de 32 equipas. Aqui também é jogado em sistema de playoff, mas desta vez, de eliminação dupla.

Nesta fase, o domingo fica reservado para a final e o 3º e 4º lugar, o sábado para as semi-finais e as 2 últimas rondas do lado dos vencidos, podendo desta forma o número total de jogos ir até 3, no mesmo dia. A 6ª feira fica reservada para 2 rondas do lado dos vencedores e 3 do lado dos vencidos, podendo-se realizar então, um máximo de 3 jogos neste dia de competição. Por fim, na 5ª feira realizam-se 2 rondas do lado dos vencedores e 1 ronda do lado dos vencidos, podendo haver assim um máximo de 2 jogos.

Realizando as contas ao número total de jogos possíveis, para uma equipa que vem de um qualify com 3 rondas, durante uma etapa do world tour, chegamos ao valor de 11 jogos durante uma etapa de 5 dias, onde no último dia do quadro principal apenas se realiza um jogo e no qualify se realizam 3 jogos. Os restantes jogos são repartidos por 3 dias, havendo assim tempos de repouso entre jogos que rondam as 3 horas.

No final das etapas são também somados os pontos obtidos nas vitórias aos já existentes, sendo esses os pontos para as próximas etapas.

2.3. Exigências fisiológicas do voleibol de praia

Na literatura, são muito reduzidas as referências à modalidade de voleibol de praia, muito devido à sua relativamente recente expansão e

divulgação. No entanto, devido à sua íntima semelhança com a modalidade que lhe deu origem, o voleibol indoor, utilizaremos por diversas vezes o conhecimento fisiológico dessa modalidade para tentar compreender o voleibol de praia.

Smith et al (1992) e Conlee et al (1982 cit Barroso, 2005) definem o voleibol de pavilhão como uma modalidade desportiva com características intermitentes e, por isso, com exigências metabólicas a nível aeróbio e anaeróbio. Tant et al (1993 cit Barroso, 2005) acrescentam que as fases decisivas do jogo de voleibol de pavilhão dependem essencialmente da energia obtida a partir da degradação da PCr, sendo no entanto importante que os atletas possuam uma razoável capacidade aeróbia para recuperarem adequadamente nos momentos de pausa ou de menor intensidade do jogo. Tendo em consideração que o voleibol de pavilhão requer um tipo de esforço de curta duração mas extremamente intenso (Chamari et al., 2001), Karlsson (1971) e Jones et al (1985) referem ainda que a maior parte da energia obtida em exercícios maximais de curta duração é obtida através de hidrólise da PCr e glicólise.

Carvalho (1996 cit Paula, 2000) também suporta esta ideia, afirmando que a energia despendida durante as fases decisivas do jogo de voleibol de pavilhão provêm essencialmente do metabolismo anaeróbio-aláctico e durante as pausas, a recuperação é feita através de processos aeróbios. Stanganélli (1995 cit Paula, 2000) complementa ao referir que apesar do voleibol de pavilhão ser jogado com movimentos explosivos e intensos, estes não são realizados com uma frequência tão elevada que motive a falência do metabolismo anaeróbio para dar resposta às necessidades do jogo.

Uma vez que uma das principais diferenças do voleibol indoor para o voleibol de praia é a passagem do solo firme para a areia, foram realizados alguns estudos, como o de Muramatsu et al (2006), para comparar o dispêndio energético de um salto em areia e em solo firme. Para tal, a amostra realizou 3 séries de 10 saltos repetitivos em areia (A) e numa plataforma de forças (F). Os indivíduos saltaram a cada 2 segundos durante cada série e tinham um período de descanso de 20 segundos entre cada série. De forma a uniformizar os

saltos em ambas as superfícies, os indivíduos saltaram o mais alto possível na areia e na plataforma de força saltaram apenas o correspondente à altura máxima atingida na superfície de areia. Os resultados mostraram que a impulsão vertical obtida em areia é cerca de $64 \pm 4,4\%$ da impulsão máxima em solo firme. Por seu lado, o dispêndio energético na areia foi cerca de $119,4 \pm 10,1\%$ do avaliado na plataforma de força.

Bishop (2003) também realizou um estudo nesta perspectiva. Desta vez, foi utilizada uma amostra de 18 jogadores de voleibol de praia que realizaram quatro tipos diferentes de saltos verticais numa superfície de madeira e em areia. Os valores de impulsão vertical obtidos indicam que, à semelhança dos resultados obtidos no estudo de Muramatsu et al (2006), todos os saltos obtiveram valores mais elevados na superfície de madeira. No entanto, constatou-se uma correlação significativa ente os resultados dos saltos obtidos pelo atletas nas duas superfícies. Desta forma, pode afirmar-se que apesar de qualquer salto vertical atingir valores inferiores se for realizado em areia, a habilidade de impulsão vertical existe como uma qualidade geral e não é significativamente influenciada com as diferentes superfícies. Giatsis et al (2004) também compararam a impulsão vertical, com salto de contra movimento, em superfície rígida e em areia. Os resultados deste estudo mostram uma impulsão significativamente superior no solo rígido, assim como a potência e força máxima. Estes resultados parecem ser explicados pela instabilidade que a superfície de areia apresenta.

Ferretti et al. (1994) verificaram que a potência muscular de voleibolistas indoor, avaliada pela sua impulsão vertical, é 43% superior à dos indivíduos sedentários. Por seu lado, a área de secção transversal de músculos (somatório dos músculos da coxa e triceps sural) dos voleibolistas também foi 15% superior. No entanto, as concentrações de ATP e PCr a nível muscular, foram semelhantes nos diferentes grupos analisados. Do ponto de vista morfológico, Zoladz et al (2005) compararam o perfil de área de fibras musculares, a densidade do volume, o ratio fibra-capilar e o número de capilares por milímetro quadrado de fibra muscular entre homens treinados e não treinados, assim como entre atletas de diferentes modalidades desportivas.

Os resultados obtidos mostraram que os atletas praticantes de modalidades de resistência, como corredores de longas distâncias, ciclistas e corredores de corta-mato não evidenciaram diferenças significativas comparativamente a atletas de desportos de curta duração e elevada potência, como por exemplo o voleibol (Zoladz et al., 2005).

Por sua vez, Magalhães et al. (2004) verificaram que não existem diferenças bilaterais de força muscular significativas nos membros inferiores entre atletas praticantes de voleibol e futebol. Por outro lado, a relação de força entre os isquiotibiais/quadriceps (I/Q) nos voleibolistas, é significativamente inferior à obtida em jogadores de futebol. As exigências musculares específicas do voleibol, nomeadamente a hiper solicitação do quadriceps relativamente aos isquiotibiais, bem como uma eventual não compensação em termos de reforço muscular poderá explicar estes resultados. No entanto, sabendo-se que uma baixa relação I/Q é unanimemente assumida como um risco acrescido de lesão, os atletas de voleibol, deste ponto de vista, poderão ser considerados atletas em condições susceptíveis de incorrerem em risco acrescido de lesão muscular ou articular. Entre jogadores de voleibol, futebol, basquetebol e hóquei foi verificado, através do método de Margaria que os voleibolistas são os que possuem uma potência máxima anaeróbia mais elevada (Bhanot & Sidhu, 1981).

Os jogadores de voleibol indoor de elite são caracterizados por uma elevada ectomorfia e reduzida mesomorfia e endomorfia. Os atletas com diferentes papéis em campo também possuem o seu somatótipo específico. Por exemplo, os jogadores na posição de distribuidores são os que possuem maior mesomorfia e, por outro lado, os centrais são os mais ectomorfos (Gualdi-Russo & Zaccagni, 2001). Quando comparados com corredores de médias distâncias, essas diferenças mostram-se mais evidentes. Os jogadores de voleibol são mais altos, mais pesados e possuem volumes superiores de coxa. Os valores de força muscular obtidos por avaliação isocinética na extensão da perna de jogadores de voleibol, bem como a força máxima isométrica (FMI) na prensa, são mais elevados que os dos corredores de médias distâncias. No caso da avaliação da FMI, os valores obtidos pelos

corredores de médias distâncias corresponderam a cerca de 32% dos obtidos pelos voleibolistas. Por outro lado, o nº de fibras tipo II não variou entre as duas modalidades, bem como a velocidade de condução nervosa (Sleivert, Backus, & Wenger, 1995). Bayos et al (2006) também realizaram um estudo com atletas femininas onde verificaram que as voleibolistas eram mais altas e possuíam valores mais baixos de gordura corporal comparativamente a voleibolistas, basquetebolistas e andebolistas.

Por sua vez, Kollias et al. (2004) compararam a performance de um salto vertical precedido de queda (drop jump) em atletas de diversas modalidades. Os resultados mostraram que os voleibolistas, entre atletas de seis modalidades distintas (atletismo, futebol, voleibol, andebol, basquetebol e remo) foram os que obtiveram maior performance neste salto.

Quanto às exigências específicas do jogo de voleibol de pavilhão propriamente dito, Laconi et al. (1998) verificaram alguns parâmetros (FC, VO_2 e o dispêndio energético do VO_2) em três momentos diferentes (fase de repouso anterior ao jogo (R), fase de ataque (A) e fase de defesa (D)). Os valores obtidos em R de FC foram 78 ± 7 bpm, de VO_2 foram $3,71 \pm 1,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ e de dispêndio energético do VO_2 (W_{O_2}) foram $75,1 \pm 22,3$ J.kg⁻¹.min⁻¹. Ao analisar A, e como seria de esperar, constatou-se um aumento de todos os parâmetros fisiológicos avaliados. A FC elevou-se para valores de cerca de 149 ± 15 bpm, o VO_2 para $23,1 \pm 3,3$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ e o W_{O_2} para $482,8 \pm 69,0$ J.kg⁻¹.min⁻¹, o output de trabalho mecânico (W_{mec}) para $275,5 \pm 57,0$ J.kg⁻¹.min⁻¹ com um índice de eficiência de trabalho mecânico ($\mu' = W_{mec}/W_{O_2}$) de $0,57 \pm 0,09$. Por outro lado, em D quando comparada com os valores de A, a FC diminuiu 9% e o VO_2 e o W_{O_2} diminuíram cerca de 18%, diminuindo por conseguinte o μ' para $0,21 \pm 0,05$. Através de um índice de eficiência do trabalho mecânico verificou-se uma contribuição anaeróbia significativa durante a fase de ataque. O facto do valor de μ' durante A ser superior a 0,25 indica uma contribuição do sistema anaeróbio no dispêndio energético. Por outro lado, o valor de μ' inferior a 0,25 em D parece indicar a restauração das fontes de energia anaeróbia. Esta diferença de μ' entre a fase de ataque e de defesa, pode indicar uma contribuição anaeróbia mais elevada no jogo de voleibol (Laconi et al., 1998).

Foi também verificado por Kunstlinger et al (1987) que após um jogo de voleibol de pavilhão, embora as concentrações urinárias e plasmáticas de Na^+ se elevem, as concentrações de Ca^{2+} e K^+ sofrem uma diminuição. Por outro lado, durante e após jogos de voleibol indoor constatou-se a existência de concentrações de lactato na ordem das $2,54 \pm 1,21 \text{ mmol.l}^{-1}$ e um aumento das concentrações de ácidos gordos livres. Este aumento das concentrações de ácidos gordos livres no sangue pode indicar que a utilização das vias oxidativas serve principalmente como forma de regenerar as fontes de energia anaeróbia nos períodos de repouso (12 s), ao passo que as reduzidas concentrações de lactato tendem a evidenciar que a energia, durante exercícios intensos de curta duração (9s), provem primordialmente da depleção de PCr. Por sua vez, as concentrações de aldosterona e cortisol plasmático, bem como os níveis de adrenalina, são aumentadas à mesma escala que uma modalidade de resistência. Os valores de noradrenalina excretada, correspondem aos de actividades de elevada intensidade como jogos de voleibol, basquetebol, hóquei em gelo e patinagem (Kunstlinger et al., 1987).

Oliveira et al (2002) verificaram que durante um jogo simulado de voleibol indoor, os valores médios da FC foram mais reduzidos (na ordem dos 125 bpm) que os obtidos noutros estudos de outras modalidades desportivas colectivas. Este facto demonstra que o voleibol é uma modalidade menos intensa e que a participação do metabolismo aeróbio para a produção de energia é significativo. Por seu lado, os valores médios de velocidade horizontal nos 7.5 e 15 metros, bem como a impulsão vertical não sofreram alterações importantes com o jogo. Um teste de Wingate possibilitou verificar que a potência máxima anaeróbia também não sofre alterações significativas. No entanto, o índice de fadiga determinado a partir da relação entre a potência máxima e mínima foi significativamente afectado pelo jogo.

Os saltos em voleibol indoor são as actividades mais intensas durante um jogo (Oliveira et al., 2002). O sistema energético que funciona como principal via metabólica para suportar as actividades de elevada intensidade, é o sistema ATP-PCr (Oliveira et al., 2002). Tendo em consideração que a diminuição de performance poderá estar associada à fadiga metabólica, e uma

vez que no voleibol indoor os períodos de pausa e actividades de baixa intensidade superam os de exercício intenso, o tempo existente é suficiente para haver o restabelecimento das reservas de PCr necessárias nas actividades de elevada intensidade. A incapacidade de produção evidenciada pelos resultados do teste de wingate pode estar relacionada com o défice de substratos para produção de energia, nomeadamente com as reservas de glicogénio muscular (Oliveira et al., 2002).

Recentemente, um estudo de “tempo e movimento” realizado por Resende e Soares (2003) descreve pormenorizadamente as tarefas motoras que um atleta de voleibol de praia realiza em situação de jogo. As tarefas motoras analisadas foram divididas em deslocamentos de diferentes intensidades (espera, marcha, corrida lenta, corrida rápida e sprint) e os deslocamentos de acordo com a acção técnica final (salto de ataque, salto de bloco e salto de serviço). Os resultados obtidos mostraram que em média um jogador de voleibol de praia percorre uma distância total de $1200,8 \pm 300,6$ metros durante cerca de $26,4 \pm 5,7$ minutos. Ao analisar as diferentes tarefas motoras, os autores verificaram que 52% da distância percorrida pelos atletas é realizada a intensidade muito baixa (marcha). Por seu lado, 77% do tempo total de actividade é despendido na marcha ou em momentos de espera (tempo passivo). As restantes tarefas motoras (jogo activo) representam cerca de 23% do tempo total de jogo correspondendo a cerca de 48% da distância total percorrida. No que diz respeito à distância percorrida, somente 15,6% e 12,5% estão associadas a tarefas motoras como a corrida rápida e o salto de ataque, respectivamente. As outras tarefas apresentam percentagens substancialmente mais reduzidas. Ao nível do tempo de jogo, a marcha e a espera representam cerca de 44,3% e 33% respectivamente e as outras tarefas motoras possuem tempos mais uniformes, mas consideravelmente mais reduzidos.

Como tivemos oportunidade de constatar na literatura, embora o voleibol de praia seja jogado apenas com dois jogadores por equipa e num campo de 8x8m, os tempos de actividade de elevada intensidade são extremamente reduzidos. É uma situação facilmente explicável pelo facto de só existir actividade enquanto que a bola permanece no ar. Como o tempo de

permanência da bola no ar é substancialmente inferior ao tempo que a bola se encontra no solo, os períodos de actividade de baixa intensidade são bastante superiores.

No entanto, do nosso conhecimento não existem estudos disponíveis na literatura que analisem o impacto fisiológico e funcional de um jogo de voleibol de praia. Por outro lado, tendo em conta o regulamento e as características organizacionais dos torneios de voleibol de praia, nomeadamente a possibilidade de realizar no mesmo dia mais do que um jogo com um curto intervalo de recuperação, desconhece-se se os jogadores iniciam os jogos subsequentes nas melhores condições físicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Amostra

A amostra utilizada para a realização deste estudo foi constituída por 15 atletas de diferentes clubes da 1ª Divisão A1 e 1ª Divisão A2 e da II Divisão do campeonato nacional de “voleibol indoor”. Da amostra, alguns atletas foram campeões nacionais das suas respectivas divisões na presente época desportiva 2005/2006. Por sua vez, todos estes atletas participam regularmente no campeonato nacional de voleibol de praia.

Na tabela 1, são apresentadas as características específicas dos atletas que fizeram parte da amostra deste estudo.

Tabela 1 - Características Antropométricas e Fisiológicas dos jogadores de Voleibol de Praia.

Variáveis	
Idade (anos)	23,6±2,3
Massa (kg)	77,1±4,2
Altura (cm)	187,5±6,5
% Gordura Corporal	11,7±2,6
FCmax (bpm)	194,5±3,7
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	52,0±6,2

Os valores representam a M±DP; FCmax – Frequência Cardíaca máxima; VO₂max – Consumo máximo de Oxigénio avaliado em teste laboratorial até à exaustão, em tapete rolante.

3.2. Procedimentos

3.2.1. Recolha de dados

A recolha dos dados foi efectuada em dois momentos distintos. Um momento de avaliação no laboratório da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Aqui, os atletas foram pesados, foi avaliada a sua lactatémia em repouso, realizaram o teste de Wingate e foi também avaliado o seu consumo máximo de oxigénio através de um protocolo máximo e intermitente em tapete rolante. O outro momento de avaliação foi realizado no terreno, no local onde se desenrolou o protocolo experimental.

3.2.1.1. Protocolo de aplicação dos testes

O protocolo experimental no terreno consistiu nos seguintes passos. Os atletas chegaram ao local de manhã e efectuaram exercícios de activação geral, onde esteve incluída mobilização articular e estiramentos. Após a activação geral, realizamos os testes de impulsão vertical (counter-movement) em ergojump, os testes de velocidade (7,5m e 15m) e os testes de força máxima isométrica (quadriceps e isquiotibiais). O teste de Wingate não foi realizado neste 1º momento de avaliação visto já ter sido previamente avaliado no laboratório.

Após este 1º momento de avaliação, os atletas dirigiram-se para o campo de voleibol de praia para efectuarem o respectivo aquecimento específico e o jogo. No jogo, as trocas de campo foram cumpridas, bem como as paragens para os descontos técnicos e para o fim dos sets. O jogo foi realizado obrigatoriamente em 3 sets independentemente do resultado obtido no final do 2º set.

A cada atleta foi inicialmente colocado um cardiofrequencímetro (*Polar Vantage NV*) para registar a Frequência Cardíaca (FC) durante o jogo e um acelerómetro com a finalidade de quantificar os deslocamentos dos atletas. Durante o decorrer do jogo, todos os atletas foram alvo de recolhas aleatórias de sangue capilar do lóbulo da orelha para análise da concentração de lactato. De forma a não alterar o ritmo normal de jogo, os momentos para realizar tal intervenção foram os descontos técnicos e as paragens para o serviço.

Após o término do jogo, os atletas realizaram de novo o teste de impulsão vertical (counter-movement) em ergojump, os testes de velocidade (7,5m e 15m), os testes de força máxima isométrica (quadriceps e isquiotibiais) e o teste de Wingate.

Finalizado este 2º momento de avaliação, os atletas foram instruídos para procederem a um período de 3 horas de repouso como se estivessem numa etapa do circuito nacional de voleibol de praia.

Finalmente, no final das 3 horas de repouso, procedemos ao 3º momento de avaliação dos atletas. Após um período de activação geral, os atletas voltaram a realizar todos os testes funcionais previamente descritos.

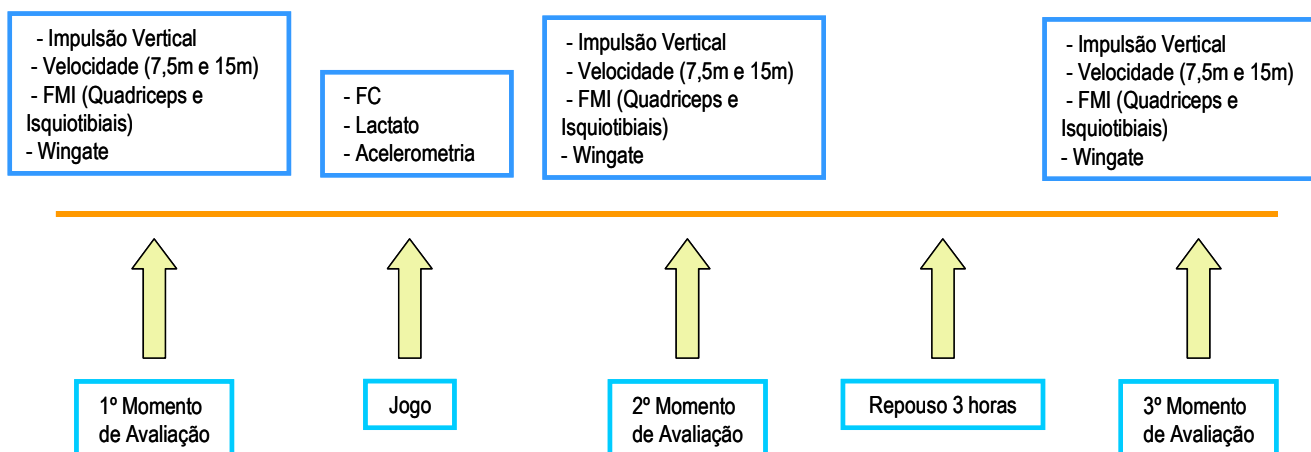


Figura 1 - Esquema simplificado do protocolo experimental; FMI – Força Máxima Isométrica.

3.2.1.1.1. VO₂ máximo

A avaliação do consumo máximo de oxigénio efectuou-se por espirometria em circuito aberto com um oxímetro Breath-by-Breath (Córtex Metalizer 3B). Este teste foi realizado em tapete rolante utilizando um protocolo maximal contínuo com incrementos de 0,2m/s de minuto a minuto até à exaustão. A FC máxima foi monitorizada durante a realização do teste utilizando um cárdio-frequencímetro (Polar Vantage NV), composto por um emissor colocado num cinto ajustável ao tórax dos atletas, ao nível do apêndice xifoideo e por um receptor (relógio) colocado no pulso do braço que registava os valores dos batimentos cardíacos de 5 em 5 segundos. Durante a realização do teste os sujeitos foram verbalmente encorajados a realizar o teste até à exaustão.

3.2.1.1.2. Frequência cardíaca em jogo

A frequência cardíaca foi monitorizada durante todo o período de jogo recorrendo a cárdio-frequencímetros “*Polar Vantage NV*”.

3.2.1.1.3. Concentrações sanguíneas de lactato em jogo

A análise deste parâmetro metabólico foi realizada em situação de repouso e, de forma aleatória, durante o jogo, Para não se alterar o ritmo do jogo, as recolhas foram efectuadas nas paragens para serviço ou desconto de tempo. Após colheita de cerca de 5 µl de sangue capilar do lóbulo da orelha, as concentrações de lactato foram determinadas com analisadores Lactate Pró.

3.2.1.1.4. Deslocamentos em jogo

Uma das formas utilizadas para caracterizar a intensidade do jogo de voleibol de praia, foi o registo da quantidade de movimentos. Assim sendo, cada atleta realizou os jogos com um acelerómetro unidimensional (MTI-Actigraph) colocada à cintura. Os acelerómetros foram colocados no início do jogo e registaram, em períodos de 1 minuto, a quantidade de movimentos que os atletas realizaram. Os valores registados são designados por counts e estão padronizados, de forma a facilitar a caracterização do esforço dispendido.

3.2.1.1.5. Velocidade 7,5metros e 15metros

Estes testes tiveram a finalidade de avaliar a velocidade de deslocamento nas distâncias de 7,5 e 15 metros. Foram utilizados três pares de *células fotoeléctricas (Speed Trap II – Browser Timing System)* colocados na linha de partida, aos 7,5 metros e aos 15 metros. O cronómetro é accionado quando da passagem do atleta pelos diferentes pares de células fotoeléctricas com qualquer parte do corpo.

Cada atleta realizou o teste duas vezes, registando-se o melhor tempo para cada uma das distâncias.

3.2.1.1.6. Impulsão vertical

O teste de impulsão vertical foi utilizado com o objectivo de avaliar a força explosiva dos membros inferiores. Cada atleta realizou um salto com contra-movimento (counter-movement jump - CMJ) numa plataforma de Bosco (*Ergojump*) de acordo com as normas preestabelecidas para este salto. Cada

atleta realizou duas tentativas sendo registado o melhor valor obtido em cada um dos testes.

3.2.1.1.7. Wingate

Como forma de avaliar a potência anaeróbia e dos membros inferiores a sua resistência de força, procedemos à realização do teste de *Wingate* nos três momentos de avaliação dos atletas.

O teste de Wingate foi realizado numa bicicleta ergométrica com controlo da carga por mecanismo de fricção. O teste consiste em pedalar à velocidade máxima durante 30 segundos, com uma resistência correspondente a 7,5% do seu peso corporal. Cinco segundos antes do início do teste, foi pedido aos atletas para utilizarem uma cadência de pedalada máxima enquanto o avaliador fazia a contagem decrescente de 5 até zero. Neste momento (zero), foi aplicada uma carga equivalente a 7,5% do peso corporal. Nos 30 segundos subsequentes os atletas foram instruídos para manter a cadência da pedalada máxima, tendo sido verbalmente encorajados. Os parâmetros avaliados foram: (i) potência máxima, calculada como a potência média mais elevada nos melhores 5 segundos do teste; (ii) potência média, definida como a potência média ao longo dos 30 segundos; (iii) potência mínima, definida como a potência média mais baixa registada no período correspondente aos piores 5 segundos do teste; (iv) Índice de fadiga, definido como um valor percentual correspondente à diferença entre a potência máxima e mínima multiplicado por 100 e depois dividido pela potência máxima. Os valores das potências, máxima, média e mínima são expressos em watts (W). Todos estes valores foram também relativizados ao peso de cada atleta, apresentando uma expressão em W/kg. O índice de fadiga é expresso em percentagem. Em cada um dos testes a altura do assento foi regulada de forma a que a perna ficasse em extensão ao passar pelo ponto mais baixo da pedalada. O valor foi registado e utilizado em todas as avaliações subsequentes.

3.2.1.1.8. Força Máxima Isométrica

A força máxima isométrica desenvolvida na flexão e extensão da perna, foi avaliada através de um dinamómetro isométrico (Nichols Manual Muscle Tester, Model 1160, Lafayette Instruments, USA) para o efeito. Estes testes foram apenas realizados no membro inferior dominante. No caso da avaliação do quadriceps, o atleta encontrava-se sentado com a perna a formar um ângulo de 90º com a coxa. No caso da avaliação dos isquiotibiais, o atleta encontrava-se deitado em decúbito ventral e à semelhança do quadriceps, com a perna a formar um ângulo de 90º relativamente à coxa. À voz de comando dos avaliadores o atleta realizou uma contracção de força máxima no grupo muscular a avaliar.

3.2.2. Tratamento de dados

O tratamento estatístico dos dados foi realizado com o software SPSS v.10.0, sendo calculadas as médias e respectivos desvios padrão. Para proceder à comparação das variáveis entre cada momento de avaliação, realizei também ANOVA para uma significância de $p \leq 0,05$.

O software *Polar Precision Performance*, também foi utilizado, com a finalidade de aceder aos dados dos cárdio-frequencímetros (polares).

3.3. Instrumentarium

Para poder efectuar a recolha de todos os dados necessários a este estudo, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- ✓ Ergojump (Plataforma de Saltos);
- ✓ Bicicleta de teste Monark;
- ✓ Células foto-eléctricas (Speed Trap II – Browser Timing System);
- ✓ Relógio “Polar Vantage NV“;
- ✓ Medidores de Lactatémia (Lactate Pro)
- ✓ Acelerómetro unidimensional (MTI-Actigraph);
- ✓ Dinamómetro isométrico (Nichols Manual Muscle Tester, Model 1160, Lafayette Instruments, USA).

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentaremos de seguida os resultados referentes aos diferentes testes de avaliação funcional e fisiológica, realizados no protocolo experimental.

4.1. VO₂ máximo

Na tabela 2 encontram-se os resultados correspondentes à avaliação do VO₂ máximo, fornecendo também os valores da FC máxima e da velocidade máxima aeróbia que os atletas atingiram.

Tabela 2 - FC máxima, VO₂ máximo e velocidade máxima aeróbia atingida pelos voleibolistas

Variáveis	
FC Máxima (bpm)	194,50±3,67
VO₂ Máximo (ml.kg-1.min-1)	52,00±6,16
Velocidade Máxima Aeróbia (km.h-1)	16,24±1,38

Os valores representam a M±DP; FC Máxima – Frequência Cardíaca máxima; VO₂ Máximo – Consumo máximo de Oxigénio; Velocidade Máxima aeróbia – Velocidade máxima atingida no protocolo em tapete rolante.

4.2. Frequência cardíaca em jogo



Figura 2 - Gráfico da frequência cardíaca durante um jogo de voleibol de praia com 3 sets.

A figura 2 corresponde ao gráfico de FC de um atleta durante um jogo de 3 sets. Pode-se identificar claramente as duas pausas correspondentes ao final dos dois primeiros sets, como sendo os períodos com valores de FC mais baixos. Podemos ainda verificar, que a intensidade de jogo é moderada e relativamente constante.

Os resultados deste estudo mostram que, em média, despende-se cerca de $39,89 \pm 5,65$ min em jogo, a uma FC média de $145,05 \pm 21,84$ bpm.

Ao analisar a figura 3 verificamos também que em média, cerca de 65% do tempo total de jogo é realizado acima de 70% da FC máxima. Dentro destes intervalos sobressai um, com uma percentagem de 31,5% do tempo total de jogo. Como podemos verificar, esse intervalo é o de [71;80] % da FC máxima, equivalendo a uma FC média de $138,10 \pm 2,61$ bpm.

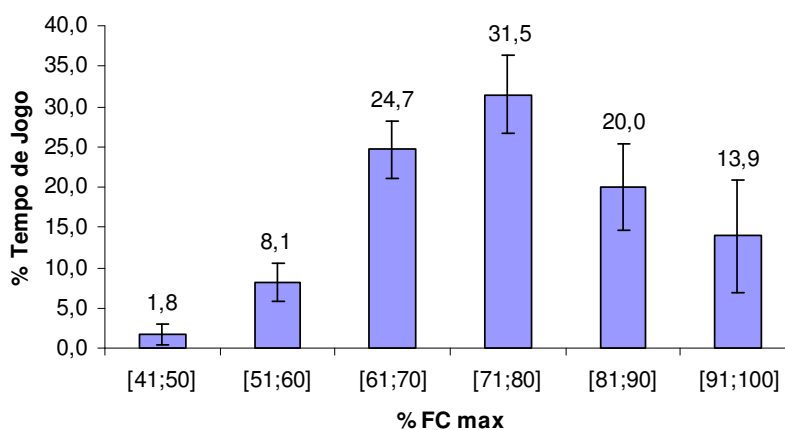


Figura 3 - % de tempo de jogo despendido nas diferentes percentagens de FC máxima. Valores representam a $M \pm EPM$.

4.3. Concentrações sanguíneas de lactato em jogo.

Na tabela 3 são apresentados os valores correspondentes às concentrações de lactato sanguíneo em repouso e durante o jogo. Como podemos verificar, as concentrações de lactato obtidas durante o jogo são significativamente mais elevadas que as obtidas em repouso ($p < 0,05$).

Tabela 3 - Efeito do voleibol de praia nas concentrações máximas de lactato.

	Repouso	1º Set	2º Set	3º Set
Lactato (mmol.l^{-1})	$0,95 \pm 0,23$	$2,10 \pm 0,66^*$	$2,41 \pm 0,15^*$	$2,39 \pm 0,51^*$

Valores correspondem à $M \pm DP$ de repouso e de duas recolhas aleatórias, a cada jogador, durante o 1º set, o 2º set e o 3º set do jogo realizado. * $p < 0,05$, 1º, 2º e 3º sets vs repouso.

4.4. Deslocamentos em jogo

Na figura 4 encontram-se os valores correspondentes à duração das diferentes intensidades de um jogo de voleibol de praia.

Ao analisarmos a figura 4 podemos verificar que as acções de intensidade moderada foram as mais prevalentes, correspondendo a cerca de 60,2% do tempo total de jogo, seguidas das de reduzida intensidade durante cerca de 35,4% do tempo total de jogo. As actividades de intensidade vigorosa ocorreram esporadicamente correspondendo a cerca de 4,4% do tempo total de jogo. De acordo com o registo de counts efectuado, durante o jogo não se realizaram acções consideradas como de intensidade muito vigorosa.

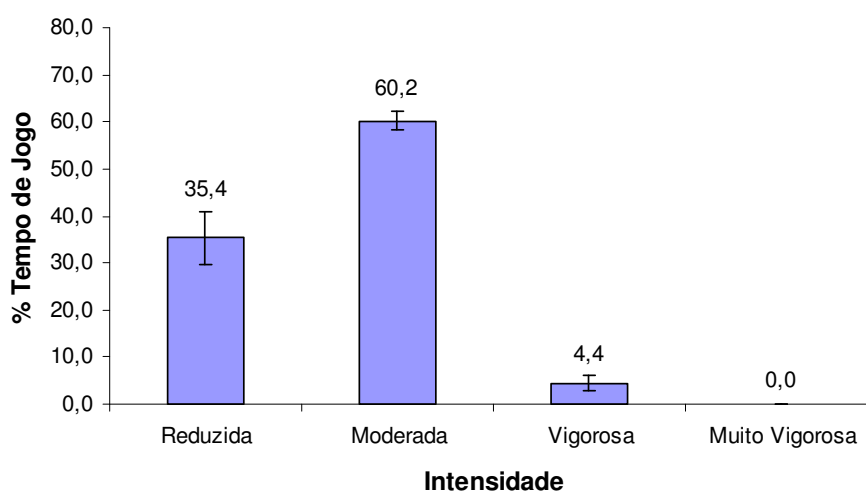


Figura 4 - % de tempo total de jogo correspondente a diferentes intensidades de jogo. Valores representam a $M \pm EPM$.

4.5. Velocidade 7,5m e 15m

Na tabela 4 são apresentados os dados referentes às 3 avaliações da velocidade nas distâncias de 7,5 e 15 metros. Como podemos observar, os valores médios alcançados nos 3 momentos foram semelhantes. Para ambas as distâncias podemos constatar um aumento progressivo e significativo ao longo dos 3 momentos de avaliação.

Tabela 4 – Efeitos de um jogo de voleibol de praia na velocidade de 7,5 e 15 metros dos atletas.

Distâncias	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação
7,5m (seg)	1,38±0,05	1,42±0,08 *	1,43±0,05 *
15m (seg)	2,43±0,06	2,48±0,10 *	2,49±0,05 *

Valores representam M±DP; 1ª Avaliação – imediatamente antes do jogo; 2ª Avaliação – imediatamente após o jogo; 3ª Avaliação – 3 horas após o término do jogo. * p<0,05, 2ª e 3ª avaliação vs 1ª avaliação.

4.6. Impulsão vertical

A tabela 5 evidencia os valores obtidos nos testes de impulsão vertical com contra-movimento (counter-movement jump - CMJ) nos 3 momentos de avaliação. Verifica-se que as diferenças encontradas para os valores médios dos 3 momentos de avaliação são bastante reduzidas, não havendo desta forma diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5 – Efeitos de um jogo de voleibol de praia na impulsão com contra-movimento dos atletas.

	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação
CMJ (cm)	56,30±4,99	55,48±3,27	55,39±5,46

Valores representam M±DP; CMJ – Counter-movement Jump; 1ª Avaliação – imediatamente antes do jogo; 2ª Avaliação – imediatamente após o jogo; 3ª Avaliação – 3 horas após o término do jogo.

4.7. Wingate

Na seguinte tabela (6) estão apresentados os dados relativos referentes à potência máxima (PMax), média (PMed), mínima (PMin) e índice de fadiga (IF) obtidos no teste de Wingate, para os 3 momentos de avaliação.

Quanto aos diferentes parâmetros de potência, podemos verificar em todos eles, uma ligeira melhoria após as 3 horas de repouso, comparativamente aos resultados obtidos na 2ª avaliação. Mas de qualquer forma não se verificam diferenças significativas entre os diferentes momentos de avaliação, para nenhuma das variáveis.

Relativamente aos valores de índice de fadiga, estes resultaram em dados bastante semelhantes nas 3 avaliações, não havendo aqui também diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 6 – Efeitos de um jogo de voleibol de praia nas variáveis do teste Wingate

Variáveis	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação
PMax (W.Kg⁻¹)	11,66±0,78	11,3±0,67	11,67±0,75
PMed (W.Kg⁻¹)	8,17±0,83	8,40±0,43	8,60±0,45
PMin (W.Kg⁻¹)	5,69±0,74	5,89±0,82	5,92±0,75
IF (%)	50,40±6,57	48,67±4,16	49,87±6,60

Valores representam M±DP; PMax – Potência Máxima; PMed – Potência Média; PMin – Potência Mínima; IF – Índice de Fadiga; 1ª Avaliação – imediatamente antes do jogo; 2ª Avaliação – imediatamente após o jogo; 3ª Avaliação – 3 horas após o término do jogo.

4.8. Força Máxima Isométrica

Na tabela 7 estão expressos os dados relativos à avaliação da força máxima isométrica dos músculos extensores (quadriceps) flexores (isquiotibiais) da perna do membro inferior (M.I.) dominante e o rácio flexores/extensores (F/E).

Podemos verificar que a 1ª e a 3ª avaliação, para ambos os grupos musculares, possuem valores médios bastante semelhantes, ao passo que a 2ª avaliação obteve valores mais reduzidos, sendo estas diferenças estatisticamente significativas relativamente à 1ª avaliação.

Por outro lado, o rácio F/E apresenta ligeiras alterações nos 3 momentos de avaliação, mas sem qualquer significado estatístico.

Tabela 7 – Efeitos de um jogo de voleibol de praia na contração máxima voluntária isométrica, nos grupos musculares, quadriceps e isquiotibiais, do membro inferior dominante dos atletas.

Variáveis	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação
Quadriceps (Kg)	66,80±8,07	54,70±9,31 *	64,43±7,18
Isquiotibiais (Kg)	41,02±5,55	34,08±1,70 *	38,65±2,94
Racio F/E (%)	61,40±2,12	62,30±4,21	59,98±1,09

Valores representam M±DP; Racio F/E – Racio flexores/extensores; 1ª Avaliação – imediatamente antes do jogo; 2ª Avaliação – imediatamente após o jogo; 3ª Avaliação – 3 horas após o término do jogo. * p<0,05, 2ª avaliação vs 1ª e 3ª.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise do consumo máximo de oxigénio, permitiu-nos traçar o padrão da potência aeróbia da nossa amostra.

A média da nossa amostra ($52,00 \pm 6,16 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) é semelhante à de outros valores descritos na literatura em jogadores de voleibol *indoor*. Cooke e Davey (2005) encontraram valores na ordem dos $54,4 \pm 2,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em jogadores de alto nível. Diversos autores, como Smith et al. (1992), também verificaram valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, em jogadores de alto nível, mas desta vez na ordem das $56,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Os nossos resultados também estão de acordo com os valores encontrados na literatura para outras modalidades de carácter intermitente, como é o caso do ténis. De facto, Smekal et al. (2000) encontraram nesta modalidade valores de consumo máximo de oxigénio de $44,4 \pm 4,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e posteriormente (Smekal et al., 2001), valores de $55 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

von Duvillard et al. (1993), por seu lado, constataram valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, para jogadores de futebol, na ordem dos $59,2 \pm 3,6 \text{ mml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e McMahon e Wenger (1998) de cerca de $52,7 \pm 6,9 \text{ mml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

No andebol também foram encontrados valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ semelhantes aos apresentados pela amostra deste estudo. Loftin et al. (1996) e Alexander e Boreskie (1989), verificaram que os valores de andebolistas correspondiam a cerca de $48,0 \text{ mml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $53,1 \text{ mml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente.

Relativamente à FC, a monitorização das variações da mesma durante o jogo permite verificar, de uma forma geral, as exigências que a modalidade requer, assim como a exigência das diferentes fases do jogo.

Os nossos resultados ($145,05 \pm 21,84 \text{ bpm}$) vão de encontro a outros referidos na literatura para diferentes modalidade desportivas colectivas.

Laconi et al. (1998) apresentam no seu estudo uma média de FC de $149 \pm 15 \text{ bpm}$, para um jogo de voleibol. Por sua vez, Oliveira et al (2003) encontraram valores mais baixos, na ordem dos 125 bpm . Os referidos autores obtiveram os seus valores a partir da análise de jogos de voleibol indoor. Os

nossos resultados, por sua vez, foram obtidos através da análise de jogos de voleibol de praia. Embora durante um jogo de voleibol de praia exista maior número de paragens que na modalidade de pavilhão, a modalidade de praia é jogada apenas com 2 intervenientes por equipa, o que implica uma participação permanente de ambos os jogadores e conseqüentemente mais intensas. Este facto poderá, eventualmente, explicar pelo menos em parte a divergência de resultados. Bergeron et al. (1991) verificaram que a média da FC durante um jogo de ténis foi de $144,6 \pm 13,2$ bpm, muito semelhante aos valores obtidos no nosso estudo. Por outro lado, os valores médios de jogadores semi-profissionais de rãguebi atingiam os 166 bpm (Gabbett, 2005). Eniseler (2005) registou num jogo de futebol médias de 157 ± 19 bpm, e no futebol de 6, a FC média situava-se nos 136 ± 7 bpm (Shirreffs et al., 2005). Na modalidade de basquetebol, McInnes et al. (1995) verificaram valores de 169 ± 9 bpm e Alexander e Boreskie (1989) valores de cerca de 149 bpm.

Estes dados parecem sugerir que o voleibol comparado com modalidades como o rãguebi, o futebol e o basquetebol, é uma modalidade de menor intensidade. Essa diferença poderá estar associada aos curtos períodos de tempo que a bola circula no ar de forma jogável e aos longos períodos de recuperação.

De acordo com o referido, verificamos também que durante um jogo de voleibol de praia os jogadores passam cerca de 65% do tempo total de jogo, acima de 70% da sua FC máxima. No entanto, a maior percentagem desse tempo (31,5%) é dispendida entre 71-80% da FC máxima, o que corresponde a uma FC de $138,10 \pm 2,61$ bpm.

Tendo em consideração estes dados, podemos inferir que pelo menos ao nível cardiovascular, esta modalidade não possui uma exigência muito elevada.

As baixas concentrações de lactato sanguíneo, recolhidas durante o jogo, através das recolhas aleatórias, sugerem que esta modalidade parece ser pouco dependente do metabolismo glicolítico para a produção de energia. Por outro lado, a existência de inúmeros momentos de elevada intensidade mas de

muito curta duração parece corroborar esta ideia e atribuir ao sistema dos fosfagénios um papel determinante na ressíntese anaeróbia de ATP.

Durante jogos de voleibol indoor, foram encontradas concentrações médias de lactato sanguíneo de $2,54 \pm 1,21$ mmol.l⁻¹ (Kunstlinger et al., 1987). Por outro lado, no rãguebi, as concentrações de lactato verificadas numa 1ª parte de um jogo rondam as $8,4 \pm 1,8$ mmol.l⁻¹ e as apresentadas na 2ª parte rondam as $5,9 \pm 2,5$ mmol.l⁻¹ (Coutts, Reaburn, & Abt, 2003).

Ekblom (1986) registou em jogadores de futebol concentrações médias de lactato sanguíneo de 7 e 8 mmol.ml⁻¹. McInnes et al. (1995), por seu lado, constataram que a média de concentração de lactato de um jogo de basquetebol é de $6,8 \pm 2,8$ mmol.l⁻¹ e Delamarche et al. (1987) registaram valores máximos de lactato em jogadores de andebol entre as 4 – 9 mmol.l⁻¹. Smekal et al. (2001) verificaram que para um jogo de ténis, as concentrações médias de lactato são de $2,1 \pm 0,9$ mmol.l⁻¹, mas por outro lado, na mesma modalidade, Davey et al. (2002) já encontraram valores de $9,6 \pm 0,9$ mmol.l⁻¹. Esta divergência de resultados poderá ser motivada pela aleatoriedade do momento da colheita, bem como pelo tempo que medeia entre o último momento realizado a elevada intensidade e o momento da colheita.

Como podemos observar, o voleibol é a modalidade com médias de lactato mais baixas, mas é justificável uma vez que as acções exigidas a um jogador de voleibol são de elevada intensidade e de muito curta duração, intercaladas com longos períodos de recuperação (Chamari et al., 2001). Por conseguinte, de acordo com o referido anteriormente e com o que Jones et al. (1985) afirmam, a produção de energia para dar resposta aos momentos de alta intensidade do jogo parece provir, essencialmente, do sistema dos fosfagénios, havendo também uma forte contribuição do sistema oxidativo nos períodos de recuperação como forma de regenerar as fontes de energia anaeróbia (Kunstlinger et al., 1987).

No que diz respeito à análise dos deslocamentos durante o jogo, os resultados mostram que 60,2% do tempo total de jogo é realizado a uma intensidade moderada e 35,4% a uma intensidade reduzida. Desta forma

apenas 4,4% do tempo de jogo são efectivamente jogados a uma intensidade vigorosa.

De acordo com os nossos dados, a literatura mostra que os atletas despendem cerca de 52% da distância total percorrida e 77% e do tempo total de jogo, em marcha e espera respectivamente (jogo passivo) (Resende e Soares, 2003). O jogo activo propriamente dito representa apenas 48% e 23% da distância total percorrida e do tempo total de jogo respectivamente (Resende e Soares, 2003). No que diz respeito à distância percorrida, as tarefas motoras com maiores percentagens seguidas da marcha são a corrida rápida e o salto de ataque com 15,6% e 12,5% respectivamente (Resende e Soares, 2003). As outras tarefas apresentam percentagens substancialmente mais reduzidas. Ao nível do tempo de jogo, a marcha e a espera representam cerca de 44,3% e 33% respectivamente e as outras tarefas motoras possuem tempos consideravelmente mais reduzidos (Resende e Soares, 2003).

A metodologia adoptada no nosso estudo não foi a mesma utilizada pelos referidos autores. Enquanto estes utilizaram uma metodologia de tempo e movimento, com análise de jogos pós-gravação, no nosso estudo optámos por colocar acelerómetros unidimensionais em cada jogador durante os jogos. Os resultados que obtivemos são também um bom indicador da intensidade da actividade, mas apresentam algumas dificuldades no que diz respeito à atribuição da escala de classificação de intensidades, uma vez que ainda não existe nenhuma escala estandardizada, mas sim um relativo consenso. De qualquer forma, estes dados parecem apoiar os resultados obtidos no estudo de Resende e Soares (2003).

No que concerne a avaliação da velocidade horizontal, no estudo realizado por Oliveira et al (2003), os valores médios para 7,5 metros e 15 metros foram de 1,40" e 2,43" respectivamente, o que coincide perfeitamente com os valores obtidos no presente trabalho. Mas ao contrário do verificado no nosso estudo, Oliveira et al (2003), no seu estudo em voleibol indoor, com avaliações anteriores a um jogo simulado, no final do 1º, 3º e 5º sets, não verificaram alterações significativas entre os diferentes momentos de avaliação.

Estes dados sugerem que, deste ponto de vista, o voleibol de praia é mais exigente que o voleibol indoor.

Sendo a corrida de velocidade até 60 metros essencialmente dependente do sistema energético anaeróbio aláctico (Brooks, Fahey, White, & Baldwin, 1999; Mcardle, Katch, & Katch, 1994) e que um período de recuperação de cerca de 2 min é suficiente para restabelecer as reservas musculares de ATP e PCr (Bangsbo, 1993a), uma possível justificação para a existências destas diferenças significativas pode passar pela hipótese sugerida por Saugen et al (1997). De facto segundo este autor, a incapacidade de acoplamento excitação – contracção poderá igualmente estar associada com o referido decréscimo, uma vez que os valores de lactato e consequentemente de H^+ foram reduzidos (Saugen et al., 1997).

Outra possibilidade ainda pode estar relacionada com o aparecimento de fadiga central, nomeadamente pela diminuição das concentrações de acetilcolina libertadas para as placas motoras. Podem ainda estar relacionadas com a diminuição da excitabilidade dos motoneurónios, através da acção de centros supra-espinhais (Ascensão et al., 2003).

Um outro dado igualmente interessante é que a velocidade não foi recuperada 3 horas após o jogo.

À semelhança do que se verificou na avaliação da velocidade horizontal, os valores de impulsão vertical obtidos neste estudo também foram semelhantes aos apresentados no estudo de Oliveira et al (2003). No entanto, no presente estudo, não se registaram diferenças significativas nos valores de impulsão vertical entre as diferentes avaliações.

Os saltos em voleibol são a actividade mais intensa, necessitando assim de recrutar todos os tipos de fibras musculares. O sistema ATP-PCr é a principal via metabólica que suporta as actividades de elevada intensidade (McArdle et al., 1985). Uma vez que no voleibol os períodos de pausa e actividades de baixa intensidade superam os de exercício intenso, o tempo existente é suficiente para haver o restabelecimento das reservas de PCr necessárias para os exercícios de elevada intensidade (Oliveira et al, 2003) ao que Saugen et al. (1997) acrescentam que os valores de PCr retornam quase

aos valores de controlo em 5 min após a exaustão. Assim sendo, parece justificável a não existência de diferenças significativas nos valores da impulsão vertical nos diferentes momentos de avaliação.

O teste de Wingate foi utilizado como forma de avaliar a potência anaeróbia e a resistência de força dos atletas e verificar as alterações que o jogo induz.

Analisando os dados obtidos, podemos verificar uma diminuição da potência anaeróbia na avaliação imediatamente após o jogo e uma consequente recuperação física na última avaliação, mas sem qualquer significado estatístico. Como também tivemos oportunidade de verificar, os valores do índice de fadiga são bastante semelhantes nos 3 momentos de avaliação, não havendo aqui também diferenças significativas.

A literatura referente ao voleibol indoor, mostra também a inexistência de alterações significativas ao nível da potência anaeróbia, com valores semelhantes aos obtidos neste estudo, mas por outro lado, o índice de fadiga é afectado significativamente (Oliveira et al, 2003), ao contrário do que acontece no presente estudo.

Sabendo então que os momentos decisivos do jogo de voleibol são realizados a elevada intensidade e que como Karlsson (1971) e Jones et al (1985) referem, a maior parte da energia obtida em exercícios máximos de curta duração é obtida através de hidrólise da PCr e que os valores de lactato sanguíneo obtidos no presente estudo foram reduzidos, podemos afirmar que os substratos energéticos necessários para obter um bom desempenho no teste em questão estariam quase a níveis basais em todas as avaliações.

Por fim, a avaliação da força máxima isométrica foi realizada em conjunto com as avaliações da velocidade horizontal, impulsão vertical e o teste de Wingate. Este parâmetro serviu como forma de avaliação da influência do jogo na performance dos membros inferiores e à semelhança das avaliações da velocidade horizontal e da impulsão vertical, como indicador indirecto do aparecimento de fadiga.

Nestes parâmetros, verifica-se a diminuição da performance após o jogo, havendo apenas aqui diferenças significativas comparando com a 1ª avaliação, e a recuperação após as 3 horas de repouso para valores quase iniciais.

Os isquiotibiais e, em particular, o quadriceps são grupos musculares muito solicitados durante um jogo de voleibol de praia devido a todos os deslocamentos e repetidos saltos que os atletas têm que realizar. No entanto, os valores do rácio F/E para os diferentes momentos de avaliação não foram significativamente alterados sugerindo que, em termos relativos, nenhum destes dois grupos musculares específicos foi mais que o seu antagonista.

A exigência física a que os atletas estiveram sujeitos durante o jogo, foi suficiente para evidenciar uma diminuição significativa na capacidade de gerar força máxima isométrica. O estudo de Simpson et al (2004) pode também servir como justificação aos resultados obtidos, uma vez que veio sustentar a hipótese de que uma actividade prolongada de elevada intensidade, é capaz de aumentar o défice de activação voluntária bem como diminuir os níveis de força máxima. Girard et al (2006) com um estudo em ténis, obteve resultados semelhantes, visto que verificaram uma diminuição significativa nos valores da contracção máxima voluntária (CMV) após o término do jogo. Por sua vez, Saugen et al. (1997) verificaram que após um exercício repetitivo, os valores de CMV decresciam cerca de $56\pm 5\%$, assim como as concentrações de PCr em cerca de $65\pm 9\%$. Rahnema et al. (2003) num estudo em futebol, constataram uma diminuição progressiva e significativa dos valores de força dos flexores e extensores durante o jogo.

Tendo em consideração o referido, parece tornar-se justificada a diminuição da performance no 2º momento de avaliação e a sua recuperação para os valores iniciais na 3ª avaliação.

6. CONCLUSÃO

A análise global dos nossos resultados permite retirar as seguintes conclusões:

- O voleibol de praia é uma actividade intermitente praticada a uma intensidade moderada, na qual momentos de curta duração e de elevada intensidade de exercício se intercalam com períodos longos de baixa intensidade. É, por isso, e do ponto de vista bioenergético, uma modalidade com elevada dependência do metabolismo oxidativo e do metabolismo dos fosfagénios para a ressíntese anaeróbia de ATP.
- Do ponto de vista funcional, o jogo de voleibol de praia induz diminuições significativas da força máxima isométrica dos grupos musculares extensores e flexores da perna, bem como, da velocidade de deslocamento.
- Um período de recuperação de cerca de 3 horas entre dois jogos parece suficiente para aproximar os níveis de força máxima isométrica dos níveis pré-exercício, no entanto, os atletas continuam a evidenciar uma velocidade de deslocamento inferior aos níveis iniciais.
- Como sugestão e uma vez que a performance dos jogadores parece ser condicionada pela capacidade de recuperação rápida entre acções curtas e intensas que se apresentam como críticas no jogo, o desenho de programas de treino de voleibol de praia deverá considerar exercícios de curta duração e elevada intensidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aagaard, H., Scavenius, M., & Jorgensen, U. (1997). An epidemiological analysis of the injury pattern in indoor and in beach volleyball. *Int J Sports Med*, 18(3), 217-221.

Alexander, M. J., & Boreskie, S. L. (1989). An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *Am J Sports Med*, 17(1), 76-82.

Amorena, C. E., Wilding, T. J., Manchester, J. K., & Roos, A. (1990). Changes in intracellular pH caused by high K in normal and acidified frog muscle. Relation to metabolic changes. *J Gen Physiol*, 96(5), 959-972.

Ascensão, A., Magalhães, J., Oliveira, J., Duarte, J., & Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular: delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 108-123.

Asp, S., Dugaard, J. R., Kristiansen, S., Kiens, B., & Richter, E. A. (1998). Exercise metabolism in human skeletal muscle exposed to prior eccentric exercise. *J Physiol*, 509 (Pt 1), 305-313.

Bahr, R., & Reeser, J. C. (2003). Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Federation Internationale de Volleyball beach volleyball injury study. *Am J Sports Med*, 31(1), 119-125.

Bangsbo, J. (1993a). *Physiology of soccer - with special reference to intermittent exercise*. Copenhagen.

Bangsbo, J., Aagaard, T., Olsen, M., Kiens, B., Turcotte, L. P., & Richter, E. A. (1995). Lactate and H⁺ uptake in inactive muscles during intense exercise in man. *J Physiol*, *488* (Pt 1), 219-229.

Bangsbo, J., Graham, T. E., Kiens, B., & Saltin, B. (1992). Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *J Physiol*, *451*, 205-227.

Bangsbo, J., Madsen, K., Kiens, B., & Richter, E. A. (1996). Effect of muscle acidity on muscle metabolism and fatigue during intense exercise in man. *J Physiol*, *495* (Pt 2), 587-596.

Bayios, I. A., Bergeles, N. K., Apostolidis, N. G., Noutsos, K. S., & Koskolou, M. D. (2006). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, *46*(2), 271-280.

Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., & Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sports Med*, *12*(5), 474-479.

Bhanot, J. L., & Sidhu, L. S. (1981). Maximal anaerobic power in national level Indian players. *Br J Sports Med*, *15*(4), 265-268.

Bishop, D. (2003). A comparison between land and sand-based tests for beach volleyball assessment. *J Sports Med Phys Fitness*, *43*(4), 418-423.

Brockett, C. L., Morgan, D. L., Gregory, J. E., & Proske, U. (2002). Damage to different motor units from active lengthening of the medial gastrocnemius muscle of the cat. *J Appl Physiol*, *92*(3), 1104-1110.

Brooks, & Fahey, T. (1985). *Exercise physiology: Human Bioenergetics and Applications*. New York: Macmillan Publishing Company.

Brooks, Fahey, T., & White, T. (1996). *Exercise Physiology. Human Bioenergetics and its Applications. Second Edition*. Mountain View, California: Mayfield Publishing Company.

Brooks, Fahey, T. D., White, T. P., & Baldwin, K. M. (1999). *Exercise physiology, human bioenergetics and its applications: third edition*. California.

Cairns, S. P., & Dulhunty, A. F. (1995). High-frequency fatigue in rat skeletal muscle: role of extracellular ion concentrations. *Muscle Nerve*, 18(8), 890-898.

Chamari, K., Ahmaidi, S., Blum, J. Y., Hue, O., Temfemo, A., Hertogh, C., et al. (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *Eur J Appl Physiol*, 85(1-2), 191-194.

Chasiotis, D., Bergstrom, M., & Hultman, E. (1987). ATP utilization and force during intermittent and continuous muscle contractions. *J Appl Physiol*, 63(1), 167-174.

Christmass, M. A., Dawson, B., Passeretto, P., & Arthur, P. G. (1999). A comparison of skeletal muscle oxygenation and fuel use in sustained continuous and intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80(5), 423-435.

Cooke, K., & Davey, P. R. (2005). Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses. *J Sports Sci*, 23(1), 31-39.

Coutts, A., Reaburn, P., & Abt, G. (2003). Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: a case study. *J Sports Sci*, 21(2), 97-103.

Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, 20(4), 311-318.

Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P., & Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*, 8(1), 55-59.

Demarie, S., Koralsztein, J. P., & Billat, V. (2000). Time limit and time at VO₂max' during a continuous and an intermittent run. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2), 96-102.

Dorado, C., Sanchis-Moysi, J., & Calbet, J. A. (2004). Effects of recovery mode on performance, O₂ uptake, and O₂ deficit during high-intensity intermittent exercise. *Can J Appl Physiol*, 29(3), 227-244.

Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *J Sports Sci*, 18(11), 885-892.

Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 3(1), 50-60.

Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *J Strength Cond Res*, 19(4), 799-804.

Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol*, 72(5), 1631-1648.

Essen, B., Jansson, E., Henriksson, J., Taylor, A. W., & Saltin, B. (1975). Metabolic characteristics of fibre types in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, 95(2), 153-165.

Eston, R. G., Finney, S., Baker, S., & Baltzopoulos, V. (1996). Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *J Sports Sci*, 14(4), 291-299.

Falk, B. (1995). Effect of continuous and intermittent exercise on energy expenditure and on the cardiorespiratory response. *Percept Mot Skills*, 80(1), 64-66.

Ferretti, G., Narici, M. V., Binzoni, T., Gariod, L., Le Bas, J. F., Reutenauer, H., et al. (1994). Determinants of peak muscle power: effects of age and physical conditioning. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 111-115.

Fitts, R. H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev*, 74(1), 49-94.

Gabbett, T. J. (2005). Science of rugby league football: a review. *J Sports Sci*, 23(9), 961-976.

Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol*, 75(2), 712-719.

Giatsis, G., Kollias, I., Panoutsakopoulos, V., & Papaiakevou, G. (2004). Biomechanical differences in elite beach-volleyball players in vertical squat jump on rigid and sand surface. *Sports Biomech*, 3(1), 145-158.

Girard, O., Lattier, G., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2006). Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sports Med*, 40(6), 521-526.

Golden, C. L., & Dudley, G. A. (1992). Strength after bouts of eccentric or concentric actions. *Med Sci Sports Exerc*, 24(8), 926-933.

Gualdi-Russo, E., & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(2), 256-262.

Hargreaves, M., McKenna, M. J., Jenkins, D. G., Warmington, S. A., Li, J. L., Snow, R. J., et al. (1998). Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol*, 84(5), 1687-1691.

Harris, R. C., Essen, B., & Hultman, E. (1976). Glycogen phosphorylase activity in biopsy samples and single muscle fibres of musculus quadriceps femoris of man at rest. *Scand J Clin Lab Invest*, 36(6), 521-526.

Hu, Y., Asano, K., Mizuno, K., Usuki, S., & Kawakura, Y. (1999). Serum testosterone responses to continuous and intermittent exercise training in male rats. *Int J Sports Med*, 20(1), 12-16.

Iridiastadi, H., & Nussbaum, M. A. (2006). Muscle fatigue and endurance during repetitive intermittent static efforts: development of prediction models. *Ergonomics*, 49(4), 344-360.

Jones, N. L., McCartney, N., Graham, T., Spriet, L. L., Kowalchuk, J. M., Heigenhauser, G. J., et al. (1985). Muscle performance and metabolism in maximal isokinetic cycling at slow and fast speeds. *J Appl Physiol*, 59(1), 132-136.

Kais, K., & Raudsepp, L. (2004). Cognitive and somatic anxiety and self-confidence in athletic performance of beach volleyball. *Percept Mot Skills*, 98(2), 439-449.

Karlsson, J. (1971). Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man with special reference to oxygen deficit at the onset of work. *Acta Physiol Scand Suppl*, 358, 1-72.

Kollias, I., Panoutsakopoulos, V., & Papaiakevou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. *J Strength Cond Res*, 18(3), 546-550.

Kranz, H., Williams, A. M., Cassell, J., Caddy, D. J., & Silberstein, R. B. (1983). Factors determining the frequency content of the electromyogram. *J Appl Physiol*, 55(2), 392-399.

Kunstlinger, U., Ludwig, H. G., & Stegemann, J. (1987). Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med*, 8(5), 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. *Int J Sports Med*, 19(1), 52-55.

Lattier, G., Millet, G. Y., Martin, A., & Martin, V. (2004). Fatigue and recovery after high-intensity exercise part I: neuromuscular fatigue. *Int J Sports Med*, 25(6), 450-456.

Loftin, M., Anderson, P., Lytton, L., Pittman, P., & Warren, B. (1996). Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 36(2), 95-99.

Magalhaes, J., Oliveira, J., Ascensao, A., & Soares, J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(2), 119-125.

McArdle, Katch, F., & Katch, V. (1985). *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro.

McArdle, Katch, F. I., & Katch, V. L. (1994). *Essentials of exercise physiology*. Pennsylvania.

McCartney, N., Spriet, L. L., Heigenhauser, G. J., Kowalchuk, J. M., Sutton, J. R., & Jones, N. L. (1986). Muscle power and metabolism in maximal intermittent exercise. *J Appl Physiol*, 60(4), 1164-1169.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*, 13(5), 387-397.

McMahon, S., & Wenger, H. A. (1998). The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *J Sci Med Sport*, 1(4), 219-227.

Mercer, T. H., Gleeson, N. P., & Wren, K. (2003). Influence of prolonged intermittent high-intensity exercise on knee flexor strength in male and female soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 89(5), 506-508.

Mercier, J., Mercier, B., & Prefaut, C. (1991). Blood lactate increase during the force velocity exercise test. *Int J Sports Med*, 12(1), 17-20.

Mesquita, I. (1992b). *Etapas de Aprendizagem do Voleibol: Conteúdos da 1ª Etapa. Relatório da aula apres. Às Provas de Aptidão Pedagógica e de Capacidade Científica. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade do Porto.*

Miller, R. G., Boska, M. D., Moussavi, R. S., Carson, P. J., & Weiner, M. W. (1988). 31P nuclear magnetic resonance studies of high energy phosphates and pH in human muscle fatigue. Comparison of aerobic and anaerobic exercise. *J Clin Invest*, 81(4), 1190-1196.

Mohr, M., Nordsborg, N., Nielsen, J. J., Pedersen, L. D., Fischer, C., Krstrup, P., et al. (2004). Potassium kinetics in human muscle interstitium during repeated intense exercise in relation to fatigue. *Pflugers Arch*, 448(4), 452-456.

Montepare, W. J., Klentrou, P., & Thoden, J. (2002). Continuous versus intermittent exercise effects on urinary excretion of albumin and total protein. *J Sci Med Sport*, 5(3), 219-228.

Moriguchi, T., Shimomitsu, T., Odagiri, Y., Fukuda, J., Hamano, K., Kawai, T., et al. (2002). Marked increase in urinary bicarbonate and pH caused by heavy muscular exercise with dynamic knee extension. *Tohoku J Exp Med*, 198(1), 31-39.

Muramatsu, S., Fukudome, A., Miyama, M., Arimoto, M., & Kijima, A. (2006). Energy expenditure in maximal jumps on sand. *J Physiol Anthropol*, 25(1), 59-61.

Nielsen, J. J., Mohr, M., Klarskov, C., Kristensen, M., Krstrup, P., Juel, C., et al. (2004). Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *J Physiol*, 554(Pt 3), 857-870.

Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Paula, R., Marques, A., & Soares, J. (2002). Alterações induzidas pelo jogo de voleibol. *Estudos*, 3, 157-163.

Parolin, M. L., Chesley, A., Matsos, M. P., Spriet, L. L., Jones, N. L., & Heigenhauser, G. J. (1999). Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *Am J Physiol*, 277(5 Pt 1), E890-900.

Paula, R. (2000). *Estudo das alterações funcionais induzidas pelo jogo de voleibol, em jovens atletas de elite. Estudo monográfico da disciplina Seminário - opção Rendimento Voleibol. Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade do Porto.*

Peterson, M. J., Palmer, D. R., & Laubach, L. L. (2004). Comparison of caloric expenditure in intermittent and continuous walking bouts. *J Strength Cond Res*, 18(2), 373-376.

Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *J Sports Sci*, 21(11), 933-942.

Resende, R., & Soares, J. (2003). Caracterização da actividade física em voleibol de praia. *Investigação em voleibol: estudos ibéricos*, 253-261.

Ribeiro Braga, L., de Mello, M. A., & Gobatto, C. A. (2004). [Continuous and intermittent exercise: effects of training and detraining on body fat in obese rats]. *Arch Latinoam Nutr*, 54(1), 58-65.

Saugen, E., Vollestad, N. K., Gibson, H., Martin, P. A., & Edwards, R. H. (1997). Dissociation between metabolic and contractile responses during intermittent isometric exercise in man. *Exp Physiol*, *82*(1), 213-226.

Shirreffs, S. M., Aragon-Vargas, L. F., Chamorro, M., Maughan, R. J., Serratos, L., & Zachwieja, J. J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int J Sports Med*, *26*(2), 90-95.

Simpson, M., Burke, J. R., & Davis, J. M. (2004). Cumulative effects of intermittent maximal contractions on voluntary activation deficits. *Int J Neurosci*, *114*(6), 671-692.

Sjogaard, G., Savard, G., & Juel, C. (1988). Muscle blood flow during isometric activity and its relation to muscle fatigue. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *57*(3), 327-335.

Sleivert, G. G., Backus, R. D., & Wenger, H. A. (1995). Neuromuscular differences between volleyball players, middle distance runners and untrained controls. *Int J Sports Med*, *16*(6), 390-398.

Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S. P., Baron, R., Tschan, H., & Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med*, *21*(4), 242-249.

Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., et al. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(6), 999-1005.

Smith, D. J., Roberts, D., & Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci*, *10*(2), 131-138.

Soares, J. (1988). *Abordagem Fisiológica do Esforço Intermitente. Programa especial de treino, centrado no esforço do guarda-redes de andebol, para aumentar a capacidade muscular utilizando um modelo animal. Dissertação de Doutoramento de Educação Física, Comportamento Motor. Instituto Superior de Educação Física. Universidade do Porto.*

Spriet, L. L., Lindinger, M. I., McKelvie, R. S., Heigenhauser, G. J., & Jones, N. L. (1989). Muscle glycogenolysis and H⁺ concentration during maximal intermittent cycling. *J Appl Physiol*, 66(1), 8-13.

Tardieu-Berger, M., Thevenet, D., Zouhal, H., & Prioux, J. (2004). Effects of active recovery between series on performance during an intermittent exercise model in young endurance athletes. *Eur J Appl Physiol*, 93(1-2), 145-152.

Thorstensson, A., Sjodin, B., Tesch, P., & Karlsson, J. (1977). Actomyosin ATPase, myokinase, CPK and LDH in human fast and slow twitch muscle fibres. *Acta Physiol Scand*, 99(2), 225-229.

Tsunawake, N., Tahara, Y., Moji, K., Muraki, S., Minowa, K., & Yukawa, K. (2003). Body composition and physical fitness of female volleyball and basketball players of the Japan inter-high school championship teams. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 22(4), 195-201.

Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 94(5-6), 652-658.

Vollestad, N. K., Sejersted, O. M., Bahr, R., Woods, J. J., & Bigland-Ritchie, B. (1988). Motor drive and metabolic responses during repeated submaximal contractions in humans. *J Appl Physiol*, 64(4), 1421-1427.

von Duvillard, S. P., LeMura, L. M., Bacharach, D. W., & Di Vico, P. (1993). Determination of lactate threshold by respiratory gas exchange measures and blood lactate levels during incremental load work. *J Manipulative Physiol Ther*, 16(5), 312-318.

Withers, R. T., Sherman, W. M., Clark, D. G., Esselbach, P. C., Nolan, S. R., Mackay, M. H., et al. (1991). Muscle metabolism during 30, 60 and 90 s of maximal cycling on an air-braked ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 63(5), 354-362.

Zoladz, J. A., Semik, D., Zawadowska, B., Majerczak, J., Karasinski, J., Kolodziejski, L., et al. (2005). Capillary density and capillary-to-fibre ratio in vastus lateralis muscle of untrained and trained men. *Folia Histochem Cytobiol*, 43(1), 11-17.

TESTES P/ ATLETA**NOME**

WINGATES

NOME	MÁXIMO		MÉDIA		MÍNIMO		ÍNDICE DE FADIGA %
	Abs (W)	Rel (W/kg)	Abs (W)	Rel (W/kg)	Abs (W)	Rel (W/kg)	
1ª Av.							
2ª Av.							
3ª Av.							

ERGOJUMP

NOME	1ª Av.		2ª Av.		3ª Av.	
	CMJ (cm)		CMJ (cm)		CMJ (cm)	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª

VELOCIDADE

NOME	1ª Avaliação				2ª Avaliação				3ª Avaliação				
	7,5 m (s)		15 m (s)		7,5 m (s)		15 m (s)		7,5 m (s)		15 m (s)		
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	