

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA



**TESTES FISIOLÓGICOS LABORATORIAIS A FUTEBOLISTAS DE
ELITE – UMA PERSPECTIVA METODOLÓGICA**

Diogo Filipe Coelho André

Coimbra 2009

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Dissertação com vista à obtenção do grau de licenciado em
Ciências do Desporto e Educação Física, com a orientação
de e coordenação
de.....

Agradecimentos

A elaboração do presente trabalho não teria sido possível, se não tivéssemos beneficiado da colaboração de diferentes pessoas, que de uma forma desinteressada deram um contributo precioso para a sua concretização. Assim, desejamos expressar o nosso sincero e profundo reconhecimento:

- À Professora Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares, como orientadora deste estudo, pelas críticas e sugestões transmitidas, pela orientação ponderada e rigorosa, pela disponibilidade revelada em todas as etapas deste processo, pela compreensão aos contra-tempos que enfrentamos durante todo o processo, e o privilégio que para mim constituiu reconhecer a sua competência e saber.

- Ao Professor Doutor José Henrique Gomes Pereira, pela ajuda no fornecimento de matéria bibliográfica relacionada com o estudo.

- Igualmente ao Professor Carlos Bruno, pela ajuda no fornecimento de bibliografia respeitante ao assunto.

- Ao Professor Gonçalo Álvaro, também por ter ajudado no provimento de literatura relacionada com o tema.

- Ao Fisioterapeuta Carlos Lima, pela disponibilidade na ajuda à extensa pesquisa que este estudo proporcionou.

- Aos meus verdadeiros amigos que directa e indirectamente me ajudaram nesta tarefa, por tudo o que representam para mim, eu lhes dedico este trabalho.

- Ao meu grupo de estágio que apesar dos anos que passaram, ainda hoje servem de inspiração na superação das dificuldades que se vão apresentando no meu percurso.

- À minha família, que serviram e servem de porto de abrigo.

- A todos aqueles que por lapso não estão aqui mencionados, mas que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

A todos o meu sincero Obrigado!

Resumo

O Futebol atingiu na actualidade um notório nível de competição, tendo como consequência primordial, a necessidade de tornar o treino desportivo mais eficaz. Para que isto seja possível, surge a preocupação de existir um conhecimento exacto da realidade competitiva do jogo de Futebol a diferentes níveis: ao nível intrínseco (leis de jogo, sistemas tácticos, etc.) e ao nível extrínseco (Fisiologia, Metodologia do Treino, Biomecânica, Pedagogia, etc.). Este estudo debruça-se apenas sobre a análise e avaliação dos parâmetros fisiológicos no Futebol.

Os testes desenvolvidos para a caracterização dos aspectos fisiológicos podem ser caracterizados com base no local da sua realização (neste caso apenas se mencionam os testes de laboratório pois é esse o objectivo), na sua intensidade (máximos e submáximos), na sua continuidade (contínuos ou descontínuos) e na forma de recolher os dados (directa e indirecta).

Neste estudo podemos encontrar reunidos, os testes fisiológicos laboratoriais com maior relevância. Fornecemos assim, de uma forma sintética, as metodologias dos testes considerados como os mais utilizados. A avaliação da Força é contemplada pelos testes de Força Máxima, testes de Potência Muscular e testes de Resistência Muscular. A avaliação da Flexibilidade é efectuada pelos testes indirectos e directos considerados no trabalho. Por fim a avaliação das funções cardio-respiratória e metabólica é contemplada pelos testes de Potência Aeróbia Máxima e testes da Capacidade Anaeróbia que podemos analisar no estudo.

Através da informação fornecida por este artigo, esperamos possibilitar aos investigadores, uma rápida pesquisa às formas de avaliação fisiológica laboratorial. E assim, ser uma ferramenta que contribua, não só para o sucesso de futuros estudos, como também para o sucesso desportivo de equipas de futebol.

Abstract

Nowadays, Football has reached a remarkable level of competition, having the need to make the sports' training more effective as the main consequence.

There is a concern about having the precise knowledge of the competitive reality of the football game on different levels: the intrinsic level (laws of the game, tactical systems, etc.) and extrinsic level (Physiology, Methodology of Training, Biomechanics, Pedagogy, etc.). This study deals only with the analysis and evaluation of physiological parameters in football.

The tests that were developed to characterize the physiological aspects can be based on different parameters: where it is held (in this case there are only mentioned laboratorial tests, as it is considered the final point); in its intensity (maximum and submaximum); in its continuity (continuous or discontinuous) and how to collect data (direct and indirect).

This study collects the most relevant physiological laboratorial tests, so we provide its methodology in a summary form. The Force evaluation is covered by the high strength tests, muscle power tests and muscle endurance tests. The Flexibility Evaluation is carried out by indirect and direct tests considered in the study. Finally, cardio-respiratory functions and metabolic evaluation are covered by maximal aerobic power tests and anaerobic capacity tests that can also be analyzed in the study.

Through the information provided by this article, we hope to give the researchers a quick search on the different ways of performing the physiological evaluation in laboratory. We also pretend it to be a useful tool not only for other future studies, but also for the sportive success of football teams.

Índice Geral

Índice de Gráficos	vi
Índice de Quadros.	vi
1. Introdução	1
2. Fisiologia do Esforço	4
2.1. Vias de Produção de Energia	4
2.1.1. Via Anaeróbia Aláctica ou dos Fosfatos de Alta Energia	5
2.1.2. Via Anaeróbia Láctica ou Glicolítica Láctica	5
2.1.2.1. Metabolismo do Ácido Láctico	6
2.1.3. Via Aeróbia	7
2.1.3.1. Metabolismos Energéticos	9
2.1.3.1.1. Metabolismo dos Hidratos de Carbono	9
2.1.3.1.2. Metabolismo dos Lípidos	10
2.2. Determinantes da Capacidade Aeróbia	11
2.2.1. Consumo Máximo de Oxigénio	11
2.2.2. Limiar Anaeróbio	13
2.2.3. Frequência Cardíaca	14
2.2.3.1. Frequência Cardíaca em repouso	14
2.2.3.2. Alterações da Frequência Cardíaca durante o exercício	15
2.2.3.3. Regresso da Frequência Cardíaca ao normal após o exercício	15
2.2.3.4. Locais de medição da Frequência Cardíaca	16
3. Caracterização Fisiológica em Futebol	17
3.1. Actividades em Jogo	17
3.2. Produção de Energia Aeróbia	18

3.3. Produção de Energia Anaeróbia	19
3.4. Substratos utilizados	20
4. Avaliação Fisiológica de Futebolistas Profissionais	21
4.1. Introdução	21
4.1.1. Fundamentos dos testes desportivos	22
4.1.2. Limites dos testes desportivos	22
4.1.3. Vantagens dos testes desportivos	23
4.1.4. Desvantagens dos testes desportivos	23
4.1.5. Critérios dos testes desportivos	24
4.1.5.1. Critérios de qualidade principal	24
4.1.5.2. Critérios de qualidade secundária	25
4.1.6. Utilidade dos testes desportivos	25
4.1.7. Etapas dos testes desportivos	26
4.2. Avaliação Laboratorial da Força e Flexibilidade	26
4.2.1. Definições	26
4.2.1.1. Força; Potência; Resistência Muscular	26
4.2.1.2. Flexibilidade	28
4.2.2. Métodos Laboratoriais de Avaliação da Força e Flexibilidade	29
4.2.2.1. Força; Potência; Resistência Muscular	29
4.2.2.1.1. Testes de Força Muscular Máxima	31
4.2.2.1.2. Testes de Potência Muscular	34
4.2.2.1.3. Testes de Resistência Muscular	39
4.2.2.2. Flexibilidade	39
4.2.2.2.1. Métodos Indirectos	40
4.2.2.2.2. Métodos Directos	41
4.3. Avaliação Laboratorial das componentes Cardio-respiratória e	43

Metabólica	
4.3.1. Definições	43
4.3.1.1. Avaliação da Potência Aeróbia Máxima	43
4.3.1.2. Avaliação do Limiar Anaeróbio	45
4.3.1.3. Avaliação da Capacidade Anaeróbia	46
4.3.2. Métodos Laboratoriais de Avaliação das funções Cardio-respiratória e Metabólica	48
4.3.2.1. Potência Aeróbia Máxima	48
4.3.2.2. Capacidade Anaeróbia	61
5. Bibliografia	64

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Protocolo de teste descontinuo e especifico para futebol em passadeira rolante motorizada (adaptado de Greig et al., 2006)	56
Gráfico 2: Representação diagramática de metade do Protocolo de teste descontinuo em passadeira rolante motorizada (adaptado de Drust et al., 2000)	58

Índice de Quadros

Quadro 1: Esquematização do Protocolo de Bruce	49
Quadro 2: Esquematização do Protocolo de teste contínuo (adaptado de Metaxas et al., 2005)	51
Quadro 3: Esquematização do Protocolo de teste contínuo (adaptado de Casajus e Castagna, 2006)	51
Quadro 4: Esquematização do Protocolo de teste contínuo e constante em passadeira rolante motorizada (adaptado de Greig et al., 2005)	52
Quadro 5: Esquematização do Protocolo de teste descontinuo (adaptado de Metaxas et al., 2005)	54
Quadro 6: Número de actividades efectuadas numa partida de futebol e a duração de cada actividade (adaptado de Greig et al., 2005)	55
Quadro 7: Conjunto de dados pertencentes ao Protocolo de teste especifico para futebol em passadeira rolante (adaptado de Greig et al., 2005)	55
Quadro 8: Selecção da carga para o teste de 6 minutos em cicloergómetro de pernas de Astrand	60

1. Introdução

O Futebol é, com toda a certeza, um dos desportos mais mediáticos existentes na actualidade. Tal facto está relacionado com o enorme número de praticantes deste desporto, à escala global. Esta popularidade, origina também muito interesse por parte das ciências, podemos mesmo afirmar que o que sabemos sobre o jogador de futebol (ao nível das técnicas, tácticas, biomecânica, psicologia, fisiologia entre outros), é por certo superior ao que se conhece na maioria das modalidades desportivas.

Contudo a realidade do Futebol em Portugal mostra ainda hoje (apesar do crescente nível) que estamos aquém de outros países. A busca pelo conhecimento e melhoramento dos factores que influenciam o rendimento com vista a resultados é na nossa opinião, determinante para podermos observar um futebol mais competitivo em Portugal.

Para se poder utilizar com acerto qualquer método de treino em Futebol, não há dúvida que o Treinador necessita de dispor de uma informação concreta acerca das capacidades motoras dos seus atletas e de todos os factores de treino. Porém, reunir toda esta complexa documentação torna-se uma tarefa morosa e difícil, levando a que muitas das vezes o Treinador se fundamenta unicamente nas suas próprias observações durante o jogo.

O Futebol atingiu nos dias de hoje um notório nível de competição, tendo como primordial consequência a necessidade do treino desportivo ser mais eficaz. Para que isto seja possível, surge a preocupação de existir um conhecimento exacto da realidade competitiva do jogo de Futebol. A tarefa mais importante e difícil que se coloca no treino é a de correlacionar a lógica didáctica com a lógica interior do jogo (Teodorescu, 1984). Assim, é fundamental que o processo de treino seja baseado numa maior análise metodológica da realidade competitiva, de modo, a que esteja cada vez mais adaptado à realidade e, seja cada vez mais eficaz na preparação de uma equipa para a competição. É, pois, importante aproximar as condições e situações de treino à situação de competição, para que o treino seja constituído pelos exercícios mais correctos, ou seja, que proporcionem o desenvolvimento e evolução da equipa. Esta deve ser quanto a nós, uma das grandes preocupações de todos os que se encontram verdadeiramente empenhados no progresso e desenvolvimento do Futebol.

Assim, é conveniente ter um conhecimento bastante actualizado da modalidade e, sobretudo ter a noção de quais as principais dificuldades que podem impedir a criação de programas de treino, que visem a obtenção de performances correctas. Aliás, como qualquer outra modalidade, também o Futebol requer constante análise e avaliação, não bastando o resultado do jogo como indicador do comportamento dos jogadores que nele participam.

O treino de Futebol, que se oriente no aumento e no estabelecimento do rendimento, segundo Neumaier (1984) requer, controlos como base de uma orientação e um manejo adequado do treino. Curioso será afirmar que apesar de serem conclusões com cerca de duas décadas, estas são ainda lacunas que os treinadores têm em Portugal.

Para Skomorov (1981), só se pode chegar a conclusões correctas, se se fizer um estudo comparado entre dados obtidos pelo Treinador a partir das suas próprias observações e, índices de preparação física e técnica obtidos nos testes. É, pois, evidente, que no terreno o Treinador tem a necessidade de realizar exercícios de controlo que lhe permitam avaliar, o mais detalhadamente possível, o nível dos seus jogadores, sem perder muito tempo e sem o apoio de outros especialistas. Também é claro para Neumaier (1984), que controlos contínuos de rendimento representam informações importantes em relação à efectividade do treino.

A recolha e selecção de informação que melhor fundamente as decisões a tomar na orientação do processo de treino, constitui uma das mais delicadas tarefas para o Treinador. Assim, a avaliação sistemática é importante, porque pode ajudar o desenvolvimento de programas de treino racionais, ou seja, uma primeira e fundamental exigência coloca-se ao Treinador, ter a capacidade de produzir informação útil.

Ao procurarmos recolher, de uma forma geral, as metodologias que laboratorialmente constituem um instrumento importante na análise dos parâmetros fisiológicos, pretendemos, desta maneira, contribuir com mais uma fonte de informação, que possa ser posta ao dispor de todos aqueles que no terreno tem o delicado trabalho de orientar os atletas.

À semelhança do que se verifica em várias modalidades desportivas colectivas, o Futebol tem passado nos últimos anos, por uma grande evolução, que foi alcançada, graças ao desenvolvimento verificado a diferentes níveis:

- Ao nível intrínseco, isto é, as alterações verificadas nas leis do jogo, nos sistemas tácticos, etc.

- Ao nível extrínseco com, uma relação directa em diferentes áreas do saber, como seja, a Fisiologia, a Metodologia do Treino, a Biomecânica, a Pedagogia, a Psicologia, a Sociologia, o Direito, a Economia, etc., onde se tem verificado grandes progressos. Toda esta evolução passa por um maior e mais pormenorizado conhecimento do jogador, com repercussão evidente numa melhoria do nível do jogo.

No nosso país a modalidade Futebol, é sem dúvida a principal em todos os aspectos, não deixando de se verificar algumas contradições. Uma delas está relacionada com a investigação, que surpreendentemente é muito reduzida, principalmente no que diz respeito aos aspectos relacionados com factores fisiológicos. Como em qualquer modalidade, o Futebol apresenta características próprias, que devem ser estudadas e aprofundadas para melhorar o rendimento do jogador.

Pretendemos assim, criar um documento que possibilite uma mais rápida pesquisa às formas de avaliação dos parâmetros fisiológicos, e que portanto seja uma ajuda para investigadores que tenham como objectivo os estudos dentro da modalidade do Futebol.

2. Fisiologia do Esforço

2.1. Vias de Produção de Energia

A energia mecânica do corpo depende da disponibilidade da Adenosina Trifosfato (ATP). A Adenosina Trifosfato é o composto químico que surge a partir dos complexos metabólicos que transformam os alimentos neste composto.

Parece-nos relevante neste ponto, conduzir a linha de raciocínio para a compreensão dos processos que levam à transformação da energia química em energia mecânica.

É por isso importante, começar com a explicação do termo Adenosina Trifosfato, ou ATP. Este existe (embora em pequenas quantidades) armazenado no interior das células das fibras musculares. Estas moléculas são constituídas por uma base nitrogenada, a adenina, um açúcar pentose, arribose e três radicais fosfato. Quando à Adenosina Trifosfato se junta uma molécula de água, ocorre uma quebra na ligação da molécula de ATP, formando-se um composto denominado Adenosina Difosfato (ADP) e também um ião fosfato (Pi). Com esta quebra, ocorre uma libertação de energia que constitui uma fonte directa de energia utilizável no trabalho mecânico.

Sabemos que a quantidade de ATP existente no organismo é cerca de 80 a 100 gramas, sendo por isso uma quantidade muito limitada, pois apenas permite um exercício de, aproximadamente, 2 segundos a 70% do consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx).

É devido à limitação da quantidade de ATP ao nível dos músculos, que existe a necessidade de se assegurar a ressíntese desta mesma molécula. Esta ressíntese é realizada através da combustão dos alimentos (combustível) e do oxigénio (comburente).

De uma forma mais detalhada, a energia pode provir de três vias energéticas caracterizadas pela diferença de velocidade e de quantidade de produção de moléculas de ATP, referindo-nos assim às vias *anaeróbia aláctica* ou dos *fosfatos de alta energia*, *anaeróbia láctica* ou *glicolítica láctica* e *aeróbia*.

2.1.1. Via Anaeróbia Aláctica ou dos Fosfatos de Alta Energia

Como referimos anteriormente, as células musculares têm uma capacidade de reserva de ATP limitada, que por isso mesmo é rapidamente esgotada, aquando do esforço físico.

O composto denominado de fosfocreatina ou fosfato de creatina (CP), que tem como principal função o regenerar do ATP de forma a possibilitar maior duração na contracção muscular, é também armazenado no interior das referidas células.

Embora a fosfocreatina possibilite a regeneração do ATP e a maior duração da contracção muscular, esta apenas garante entre 8 a 12 segundos de energia mecânica. A energia que provém desta via é utilizável para actividades de intensidade máxima e de curta duração (menor ou igual a 12 segundos).

Esta via é denominada de via anaeróbia, pelo facto de não utilizar o oxigénio para a produção de energia, e aláctica, por não produzir ácido láctico.

Pormenorizadamente, podemos afirmar que neste sistema, a energia resulta da degradação da fosfocreatina em creatina livre e radical fosfato (unidas por uma ligação de alta energia). Esta ligação é desfeita através da acção da enzima creatina quinase (CK). A energia libertada é então utilizada para ligar o ião fosfato i (Pi) a uma molécula de ADP, originando assim ATP. Dado a dependência de uma só reacção enzimática para a produção deste ATP, caracterizamos este processo pela sua enorme rapidez e por isso o associamos a esforços de maior intensidade. Todavia apenas uma quantidade limitada de ATP e CP é armazenada dentro do músculo, isto limita a quantidade de energia que a fonte ATP-CP pode fornecer. De facto, apenas serve para 6 a 7 segundos de actividade máxima ou um pouco mais caso seja submáxima (Barata e Manso, 1997).

2.1.2. Via Anaeróbia Láctica ou Glicolítica Láctica

Outra reserva que podemos também referir como substância armazenada nas células musculares, é o glicogénio.

O glicogénio tem como principal função, a produção de energia para a ressíntese de ATP e CP. Este sistema tem a capacidade de produzir energia entre 30 segundos a 2

minutos, aproximadamente, tornando-se “dominante” quando a intensidade da actividade está muito próxima da intensidade máxima (entre 90 e 98%).

Esta via pode também ser designada por via glicolítica láctica, que se traduz pelo conjunto de reacções enzimáticas que explicam a glicólise (processo no qual se assiste à degradação da glicose existente no sangue ou nas reservas musculares do glicogénio).

De uma forma mais específica, a glicólise, é o processo metabólico em que uma molécula de glicose é convertida em duas moléculas de ácido pirúvico (piruvato). Contudo, a glicólise não é apenas a quebra da glicose em metade, este processo envolve muitas reacções enzimáticas.

A glicose é composta por 6 carbonos, que a meio do processo de dividem em dois compostos de 3 carbonos, sendo estes catabolizados terminando em pirúvato.

Assim, o pirúvato proveniente da glicólise pode passar por dois tipos de reacção, consoante a existência ou não de oxigénio:

- Quando não se encontra na presença de oxigénio, a produção de NadH excede a capacidade da célula em oxidar os átomos de hidrogénio. As moléculas excedentes de hidrogénio vão juntar-se ao pirúvato, formando ácido láctico. Esta reacção reversível é catalizada pela enzima Desidrogenase Láctica (LDH).
- Quando se encontra na presença de oxigénio, os electrões de hidrogénio são transportados pelo NadH da glicose até às mitocôndrias, onde são oxidados e transferidos para o oxigénio, formando-se finalmente Acetil CoenzimaA (Acetil CoA) e água.

Em suma, este via é caracterizada por ser fundamental em esforço físicos próximos da intensidade máxima, como referimos anteriormente. Todavia, a produção de ácido láctico (em grandes quantidades), vai desenvolver a acidez dos músculos e sangue, inibindo a degradação de glicogénio e a combinação do cálcio nas fibras musculares, impedindo a contracção muscular através das fadiga e dores musculares, de acordo com Fox (2008).

2.1.2.1. Metabolismo do Ácido Láctico

De forma a que a glicólise tenha continuidade, deverão existir quantidades adequadas e disponíveis de Nad para aceitar os átomos de hidrogénio. Por esta razão, o

NadH produzido na glicólise tem que ser oxidado, “doando” os seus electrões para outra molécula (na respiração aeróbia, esta outra molécula está localizada na mitocôndria) e por último, passa os seus electrões para o oxigénio.

Quando o oxigénio não está disponível em quantidades suficientes, o NadH produzido na glicólise é oxidado no citoplasma “doando” os seus electrões para o ácido pirúvico. O resultado deste processo é a “reformação” do Nad e a adição de dois átomos de hidrogénio para o ácido pirúvico, que é assim reduzido. Esta adição produz, portanto, o ácido láctico Fox (2008).

Grande parte do ácido láctico produzido na respiração anaeróbia, é mais tarde eliminado através respiração aeróbia, transformado em dióxido de carbono e água. Porém, uma parte deste ácido produzido no músculo esquelético durante o exercício, é transportado para o fígado por meio da circulação sanguínea, sendo convertido em ácido pirúvico e posteriormente em glicose, processo esse que designamos de gliconeogénese. Assim, a glicose produzida, pode servir como uma fonte de energia durante o exercício e pode ser usada depois do exercício, para ajudar a repor o glicogénio muscular. A estes dois sentidos de circulação entre o músculo esquelético e o fígado, denominamos de Ciclo de Cori.

2.1.3. Via Aeróbia

Consideramos que o sistema final de produção de energia celular, a via aeróbia é também denominado de Fosforilação Oxidativa ou Sistema Oxidativo. Esta via é o conjunto de processos mais complexo dos três sistemas energéticos, contudo tentaremos explicá-la de forma breve e compreensível.

Distingue-se dos anteriores sistemas, pelo facto de utilizar oxigénio para a obtenção de energia. É também a via com a maior capacidade de produção de ATP. É sabido que as actividades físicas de longa duração e baixa intensidade utilizam como fonte energética as moléculas de ATP provenientes desta via.

Os músculos necessitam de um abastecimento estável de energia para produzir continuamente a força necessária durante a actividade de longa duração. Ao contrário da produção anaeróbia de ATP, o sistema oxidativo tem enorme capacidade de produzir energia, assim o metabolismo aeróbio é o principal método de produção de energia

durante eventos de resistência. Este facto coloca exigências consideráveis à habilidade que o corpo tem de restituir oxigénio para os músculos, de acordo com Wilmore e Costill (2005).

É no interior das mitocôndrias das células musculares que ocorre a produção de moléculas de ATP. Este processo deve-se à oxidação dos substratos alimentares (hidratos de carbono e lípidos). Podemos dividir a respiração aeróbia em quatro fases:

- Glicólise
- Formação de Acetil CoA
- Ciclo de Krebs
- Cadeia respiratória ou cadeia transportadora de electrões

Referimos em primeiro lugar a glicólise, que em ambos os processos (anaeróbio e aeróbio) resulta na produção de duas moléculas de ácido pirúvico, 2 ATP's e 2 $\text{NadH}+\text{H}^+$, por cada molécula de glicose, como refere Fox (2008). Todavia, na presença de oxigénio, não se observa a acumulação de ácido láctico. O ácido pirúvico penetra nas mitocôndrias das células musculares e reage com o oxigénio para formar moléculas de ATP (formando-se também água e dióxido de carbono), estas em número superior comparativamente aos processos anteriormente explicados.

Na segunda fase, o ácido pirúvico, abandona o citoplasma da célula e entra na matriz da mitocôndria. Uma vez encontrando-se no interior da mitocôndria, as enzimas retiram um átomo de carbono da molécula de ácido pirúvico (com 3 carbonos), formando assim dióxido de carbono e um grupo Acetil com 2 carbonos (ácido acético). É libertada energia que é utilizada para se formar o NadH a partir do Nad^+ . A enzima que cataliza esta reacção, combina com o ácido acético com uma coenzima, denominada coenzima-A (CoA), formando-se Acetil coenzima-A.

Depois da formação de Acetil coenzima-A, a subunidade de ácido acético (2 carbonos), combina-se com uma molécula constituída por 4 átomos de carbono, denominada de ácido Oxaloacético, formando uma molécula de ácido cítrico. A formação do ácido cítrico inicia o comumente chamado Ciclo de Krebs. Entramos assim na terceira fase.

Durante o Ciclo de Krebs, sobressaem algumas reacções: a produção de uma molécula de trifosfato de guanosina (GTP), que depois “doa” um grupo de fosfato ao ADP, produzindo um molécula de ATP; três moléculas de Nad , que são depois

“reduzidas” em NadH; uma molécula de Fad, que é depois “reduzida “ em FadH₂. Quando falamos em produção de energia, a produção de NadH e FadH₂, torna-se mais significativa cada vez que se completa o Ciclo de Krebs, comparativamente com uma única molécula de GTP (posteriormente convertida em ATP), produzida directamente pelo ciclo. Esta maior importância deve-se ao facto do NadH e do FadH₂ “doar” os seus electrões, para um processo de transferência de energia que resulta na formação de um grande número de moléculas de ATP, de acordo com Fox (2008).

A quarta fase caracteriza-se por ser efectuada na cadeia de transporte de electrões, onde se verifica a entrada de iões de hidrogénio e electrões, desenvolvendo-se uma série de reacções enzimáticas sendo transportadas até ao oxigénio. Como produto final podemos encontrar água. Podemos então dizer que o produto final da via aeróbia, é formado a partir dos iões de hidrogénio e electrões removidos pelo Ciclo de Krebs com o oxigénio proveniente da respiração. Com todos estes processos dá-se a libertação de energia que é utilizada para a ressíntese de ATP.

2.1.3.1. Metabolismos Energéticos

Os substratos provenientes da ingestão de alimentos e das próprias reservas energéticas são elementares para a realização dos processos de anabolismo e catabolismo, fundamentais para os metabolismos energéticos.

Relativamente à ingestão de produtos alimentares, podemos referir que no futebol a energia tem proveniência nos hidratos de carbono e nas gorduras (lípidos).

2.1.3.1.1. Metabolismo dos hidratos de carbono

Quando falamos em hidratos de carbono, estamos a referir-nos à sacarose, lactose e amido, que são decompostos em monossacarídeos para que possam ser absorvidos nos intestinos. O armazenamento destas moléculas pode ser feito no fígado (glicogénio hepático) ou nos músculos (glicogénio muscular).

Relacionado com este metabolismo, estão as reacções que caracterizam a via aeróbia. Desde a glicólise, à formação de Acetil-CoA, o Ciclo de Krebs e por fim a

Cadeia Transportadora de Electrões, são libertados 38 ATP, 6 moléculas de dióxido de carbono e 6 moléculas de água por cada molécula de glicólise envolvida na reacção.

2.1.3.1.2. Metabolismo dos lípidos

A gordura também contribui para as necessidades energéticas dos músculos. As reservas de glicogénio do fígado e dos músculos tem a capacidade de fornecer entre 1,500 a 2,500 quilocalorias de energia, em comparação com estes valores colocamos as 70,000/ 75,000 quilocalorias de energia que as células gordas conseguem fornecer a um adulto magro, (Wilmore e Costill, 2005).

De todos os compostos químicos que são considerados de gorduras, os triglicéridos são a forma principal de armazenamento, representando 75% da energia armazenada no organismo, fornecendo 50% da energia necessária para o funcionamento dos principais órgãos.

Os ácidos gordos livres (AGLs) são transportados através do sangue, entrando nas fibras musculares através da difusão, ligam-se depois à coenzima-A (CoA). Entram então num processo no qual lhes vão sendo retirados sucessivamente fragmentos de dois carbonos da extremidade a que está ligado o grupo CoA. Esta clivagem dos ácidos gordos dá-se pelo carbono β , e por isso a este processo se chama β - oxidação. O fragmento que foi subtraído é a chamada acetil-CoA, resultante da ligação da CoA a um ácido de dois carbonos (ácido acético). A acetil-CoA vai entrar no Ciclo de Krebs. O ácido gordo que restou passa a ser um novo ácido com menos dois carbonos, unindo-se a nova molécula de CoA repetindo-se o esquema. Deste modo um ácido gordo de 18 carbonos passa a ter 16 carbonos e assim sucessivamente até ter apenas 4 carbonos e originar as 2 últimas moléculas de acetil-CoA. É este processo que designamos de β -oxidação (Barata e Manso, 1997).

A partir deste ponto o metabolismo da gordura percorre o mesmo percurso que o metabolismo dos hidratos de carbono. O Acetil-CoA, formado na β oxidação entra no Ciclo de Krebs, produzindo posteriormente moléculas de ATP (Wilmore e Costill, 2005).

Cada triglicerídeo produz 438 moléculas de ATP, tornando os lipídios, dos macronutrientes com maior capacidade de produção de ATP (Vander et al, 1994).

É importante mencionar que não existe uma divisão concreta das três vias energéticas, existe, pelo contrário, uma ligação simultânea destas. Existem modalidades em que podemos fazer uma maior distinção das vias energéticas que nelas “operam”, contudo, na maior parte dos desportos, falamos em predomínios. No caso específico do futebol podemos distinguir um fundo aeróbia, com repetidos momentos de exercícios anaeróbios (tanto lácticos como alácticos).

2.2. Determinantes da Capacidade Aeróbia

Através da avaliação dos diferentes metabolismos energéticos, podemos quantificar a capacidade e potência das Vias Aeróbias e Anaeróbias. Relativamente às vias aeróbias, esta quantificação é realizada, frequentemente, através do consumo máximo de oxigénio ($VO_{2m\acute{a}x}$), expressando desta forma a potência aeróbia e reflectindo assim a capacidade máxima de ressíntese aeróbia de ATP. Contudo, este não é o único critério de resistência aeróbia, mencionaremos neste ponto os principais critérios utilizados.

2.2.1. Consumo Máximo de Oxigénio ($VO_{2m\acute{a}x}$)

O consumo máximo de oxigénio ($VO_{2m\acute{a}x}$) equivale à quantidade máxima de oxigénio que um organismo pode captar, fixar, transportar para os tecidos e utilizar na produção de trabalho mecânico.

A taxa de produção máxima aeróbia de energia depende de dois factores: da aptidão dos tecidos em utilizar oxigénio para o catabolismo dos combustíveis orgânicos e da aptidão combinada dos mecanismos de captação e de transporte (pulmonar, cardíaca, vascular e celular) do oxigénio até às estruturas aeróbias celulares.

O consumo máximo de oxigénio é um parâmetro universalmente aceite para medir a potência aeróbia máxima. Corresponde à intensidade máxima de exercício que pode ser mantida em aerobiose, correspondendo ao nível constante de consumo de oxigénio enquanto a intensidade do exercício aumenta num protocolo com patamares descontínuos. Assim sendo, o consumo máximo de oxigénio é uma boa referência

padrão da condição física e constitui um importante instrumento para a avaliação e eventual quantificação da condição física; valores elevados do consumo de oxigénio máximo, são importantes porque reflectem um bom funcionamento do sistema cardiovascular que torna possível realizar uma tarefa de intensidade sub-máxima com menor fadiga.

A energia para as actividades físicas envolvidas em esforço prolongado é derivada dum metabolismo aeróbio.

Prestações nas actividades de resistência, como a corrida, natação ou ciclismo, dependem da capacidade funcional de transporte de oxigénio aos tecidos assim como da capacidade aeróbia dos músculos envolvidos.

A forma mais objectiva de determinar a capacidade para realizar trabalho mecânico consiste em medir a quantidade de oxigénio que um indivíduo consegue utilizar num determinado intervalo de tempo – avaliando simultaneamente a produção de trabalho mecânico correspondente a esse consumo de oxigénio. Para determinação laboratorial do consumo máximo de oxigénio, utilizam-se provas ergométricas de intensidade máxima (por determinação directa) ou sub-máxima (por determinação indirecta). As determinações directas ocorrem quando se dão provas máximas e o indivíduo atinge o seu nível máximo de consumo de oxigénio (VO_2). A determinação deste consumo é feita através de um sistema de análise de gases expirados, funcionando em circuito aberto ou fechado (utilizam como critérios a: exaustão, obtenção da Frequência Cardíaca Máxima ($\text{FC}_{\text{máx}}$) determinada previamente, Quociente Respiratório (QR) superior a 1, Lactatémia superior a 10 mmol.l^{-1} , estabilização do consumo de oxigénio (VO_2) mesmo com incremento de carga).

Existem também variações com o exercício. No exercício sub-máximo, o consumo de oxigénio antes do período de treino é igual, ou ligeiramente inferior, ao consumo de oxigénio após o referido período. A redução deve-se a um aumento na eficiência mecânica e é mais pronunciada na comparação entre indivíduos treinados com indivíduos destreinados. No exercício máximo, o aumento do consumo máximo de oxigénio é devido a um maior fornecimento de oxigénio aos músculos activos através de uma aumento do débito cardíaco e uma maior extracção e utilização de oxigénio pelos músculos esqueléticos.

2.2.2. Limiar Anaeróbio (LANA)

Com intensidades de esforço correspondentes a 55% a 60% do consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx) entra em acção a via anaeróbia. É a intensidade de exercício a partir da qual começa a haver metabolismo anaeróbio láctico concomitante.

O Limiar Anaeróbio corresponde a uma determinada intensidade de exercício, variável de indivíduo para indivíduo, que se exprime como percentagem da capacidade aeróbia máxima desse indivíduo.

O consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx) não é portanto o único critério de resistência aeróbia. O Limiar Anaeróbio é igualmente importante e determinante da capacidade aeróbia máxima.

Há duas formas principais de determinar o Limiar Anaeróbio:

- Doseamento seriado das lactémias durante um teste de esforço, usando-se quase sempre o sangue capilar obtido por picada;
- Análise de gases expirados (ergo-espirometria).

A ventilação pulmonar por minuto (VE) aumenta com o exercício físico. Este aumento deve-se à modificação dos mecanismos do corpo, influenciados pelo progressivo aumento de dióxido de carbono e iões hidrogénio no sangue.

Como referimos anteriormente podemos determinar o limiar anaeróbio através da análise de gases expirados, de uma forma mais concreta, através dos coeficientes VE/VO_2 e VE/VCO_2 . Estes coeficientes mantêm-se constantes até determinada intensidade, a partir da qual se verifica uma desproporcionalidade no consumo de oxigénio relativamente ao volume pulmonar por minuto. Observamos esta desproporcionalidade, porque a partir de determinada intensidade (varia de sujeito para sujeito e de exercício para exercício) ocorre o aumento de produção de dióxido de carbono (VCO_2) resultante do tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio, como foi referido no ponto anterior.

2.2.3. Frequência Cardíaca (FC)

A frequência cardíaca (FC) - que corresponde ao número de ciclos cardíacos, contracções ou batimentos realizados por minuto - constitui um importante indicador da intensidade da carga, podendo reflectir, sob, certas condições, o comportamento cardiovascular e alterações da actividade metabólica.

2.2.3.1. Frequência Cardíaca em Repouso

A frequência de batimento do coração (Frequência Cardíaca) é influenciada por muitos factores, incluindo postura, exercício, emoções e temperatura corporal. A American Heart Association sugere que o alcance normal deve ser de 50 a 100 batimentos por minuto, mas é difícil dizer se esta variação de frequência cardíaca de pessoa para pessoa é realmente tão grande ou se isto indica falta de controlo rígido dos factores que modificam a frequência cardíaca.

É dito que há uma tendência para a frequência cardíaca ser mais baixa em indivíduos em boas condições físicas do que em indivíduos não atléticos, mas numerosas tabulações da frequência cardíaca relacionadas com a condição física falham em demonstrar qualquer clara correlação se excluirmos as excepcionalmente baixas frequências cardíacas dos atletas altamente treinados. Parece haver pouca relação entre a frequência cardíaca e o peso corporal, estatura ou tipo de corpo, sendo contudo a frequência normalmente 5 a 10 batimentos por minuto mais alta na mulher que no homem.

Durante o sono há um progressivo abrandamento da frequência cardíaca durante as primeiras 7 horas, seguido por um aumento antes de acordar. Durante as horas acordados grandes variações na frequência cardíaca estão associadas actividade ao acaso. A frequência cardíaca média durante condições de descanso é de aproximadamente 78 batimentos por minuto para os homens e 84 batimentos por minuto para as mulheres. A frequência cardíaca diminui progressivamente desde o nascimento (quando é de aproximadamente 130 batimentos por minuto) até à adolescência mas aumenta outra vez ligeiramente na velhice.

2.2.3.2. Alterações na Frequência Cardíaca durante o exercício

Durante o exercício observa-se uma subida dos valores da frequência cardíaca, devido a um progressivo predomínio da função simpática sobre a parassimpática. Em indivíduos saudáveis, a frequência cardíaca aumenta de forma gradual e linear em função do aumento do consumo de oxigénio e atinge o estado estacionário (steady state) imediatamente antes de se alcançar o consumo máximo de oxigénio, que corresponde ao valor da frequência cardíaca máxima. A frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x} = [220 - \text{idade (anos)}]$) é útil para determinar a frequência cardíaca de treino ($FCT = FC_{\text{Repouso}} + (FC_{m\acute{a}x} - FC_{\text{Repouso}}) \times \% \text{ intensidade desejada}$).

A actividade física, induz, no entanto, uma ligeira redução da frequência cardíaca máxima, o que associado a um aumento pronunciado do consumo máximo de oxigénio ($VO_{2m\acute{a}x}$), permite que em indivíduos treinados a frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) seja alcançada com cargas de trabalho e níveis de consumo de oxigénio comparativamente mais altos. Existem várias variáveis que influenciam a frequência cardíaca, nomeadamente: a idade (redução da frequência cardíaca máxima ao longo da vida), o sexo (frequência cardíaca superior nas mulheres em relação ao homem), a adiposidade (indivíduos obesos, valores de frequência cardíaca superiores), condições ambientais (valores superiores em ambientes húmidos ou quentes), reacções emocionais (frequência cardíaca aumenta em situações de stress), adaptação à actividade física (diminuição da frequência cardíaca quanto mais adaptado o indivíduo estiver à actividade).

2.2.3.3. Regresso da Frequência cardíaca ao normal após o exercício

O tempo necessário para a frequência cardíaca regressar ao normal após o exercício depende da carga de trabalho do período de exercício e da condição física do sujeito. Em homens em boa condição física, a recuperação ocorre mais rapidamente do que em indivíduos cansados ou mal treinados. O regresso ao normal ocorre mais lentamente durante exercícios muito exaustivos, necessitando por vezes de períodos de uma a duas horas.

2.2.3.4. Locais de medição da Frequência Cardíaca

Artérias carótida primitiva, do pulso, femoral, popliteia, umeral, braquial, facial, dorsal do pé, temporal superficial.

3. Caracterização Fisiológica em Futebol

3.1. Actividades em Jogo

Em relação às distâncias percorridas em jogo, os futebolistas profissionais percorrem em média 10 a 12 quilómetros, sendo os jogadores do sector intermédio, aqueles que correm maiores distâncias. Os guarda-redes percorrem em média distâncias bem menores, rondando os 4 quilómetros. Com base nas análises a estudos efectuados, podemos afirmar que os jogadores profissionais percorrem distâncias superiores às percorridas pelos jogadores amadores.

Parece-nos também importante salientar que a intensidade de jogo e as distâncias percorridas, são 5 a 10% inferiores na segunda parte das partidas de futebol em comparação com a primeira parte.

Durante um jogo de futebol, o sprint ocorre em cada 90 segundos, cada um com duração de cerca de 2 a 4 segundos, constituindo 1 a 11% das distâncias totais percorridas. Porém, a maior parte das distâncias percorridas em jogo são efectuadas a andar ou em corrida de baixa intensidade.

Relativamente aos gestos técnicos como o “carrinho” (tackle) e os saltos, podemos afirmar que a sua frequência em jogo varia de acordo com o estilo de e posição que o jogador ocupa. Em relação ao carrinho a frequência encontra-se entre os 3 e os 27 (acções por jogo), já os saltos ficam entre 1 e 36, de acordo com Bangsbo (2006).

Stølen (2005) afirma que cada jogador (por jogo) realiza entre 1000 a 1400 pequenas actividades, que mudam a cada 4 a 6 segundos. Estas actividades são: sprints (10 a 20 vezes); corrida de alta intensidade (a cada 70 segundos); carrinhos (a rondar as 15 vezes); cabeceamentos (cerca de 10); envolvimento com bola (cerca de 50); passes (cerca de 30); mudanças de ritmo (cerca de 30); protecção da bola em duelos (a rondar as 30).

Existem grandes diferenças a nível das exigências físicas, muito em parte devido ao posicionamento que cada jogador ocupa na equipa (como referido anteriormente). Muitos estudos têm-se dedicado à observação e análise destas diferenças. Comumente

deparam-se os seguintes padrões: os defesas centrais percorrem menores distâncias totais e também realizam menos corridas de alta intensidade em comparação com as outras posições; os defesas laterais percorrem distâncias consideráveis em corrida de alta intensidade e sprint, contudo realizam menos cabeceamentos e carrinhos em comparação com as restantes posições; os atacantes percorrem distâncias de corrida em alta intensidade similares às dos defesas laterais e dos jogadores do meio campo, todavia “sprintam” mais que os médios e restantes defesas.

Estudos mais antigos mostravam diferenças significativas nas distâncias percorridas pelos médios em comparação com as restantes posições em campo, porém os estudos mais recentes revelam uma grande aproximação das distâncias percorridas em jogo, em relação aos atacantes e defesas laterais. Estas “convergências” podem ser explicadas por uma evolução no jogo, mais especificamente nos estilos de jogo e características físicas dos jogadores da actualidade.

Entre as posições em campo podemos observar variações nas exigências físicas dependentes dos sistemas táticos e das capacidades físicas dos jogadores (Bangsbo, 2006).

3.2. Produção de Energia Aeróbia

Apesar do Futebol caracterizar-se por um padrão de exercício intermitente, em que se alterna tipos distintos de actividades, o metabolismo aeróbio é a principal fonte de energia durante as partidas de futebol.

Tem havido numerosas tentativas em determinar a contribuição da via aeróbia durante os jogos de futebol através da medição do consumo de oxigénio (VO_2) dos jogadores intervenientes. É importante mencionar, que existe grandes limitações nos procedimentos de recolha de dados, pois estes interferem com o normal desenvolvimento do jogo, sendo por isso mesmo analisados em intervalos de jogo limitados. São escassos os estudos que tentam chegar a resultados a nível do consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) de forma directa, pois a utilização de sistemas de captação de gases são de alguma forma pesados, o que contribui para um esforço adicional dos atletas, levando a que estes percorram menores distâncias e também

atingam valores de VO_2 máx abaixo dos restantes estudos (que medem de forma indirecta este parâmetro), tal como Stølen (2005) nos revela.

A outra forma de analisar a contribuição desta via no futebol é através da medição contínua da frequência cardíaca (FC) dos jogadores durante o jogo. Assim, a partir da relação, determinada em laboratório entre a FC e o VO_2 é possível estimar-se os gastos energéticos.

De acordo com as análises que Stølen (2005) efectuou a variados estudos, podemos observar valores médios da FC durante o jogo, entre 157 a 175 batimentos por minuto (bpm), estimando assim um valor médio de VO_2 a rondar os 75% do VO_2 máx. Já Bangsbo (2006) afirma que tomando-se em conta a desidratação, hipertermia e stress como factores que afectam a FC, o valor médio de VO_2 ronda os 70% do VO_2 máx.

3.3. Produção de Energia Anaeróbia

O metabolismo anaeróbio é extremamente importante no Futebol, porque é através dele que realizam as acções mais decisivas durante o jogo. Para realizar os sprints, saltos, carrinhos, duelos, a energia anaeróbia libertada é determinante.

Como anteriormente podemos analisar, em exercícios de intensidade máxima com cerca de 6 segundos, a energia anaeróbia provém da via anaeróbia aláctica e láctica. Para exercícios intensos mas mais prolongados, a glicose é a fonte energética dominante. Com a utilização da glicose como fonte energética, forma-se o ácido láctico. As concentrações de lactato sanguíneo são menores na 2ª parte em comparação com a 1ª parte das partidas. Estas desigualdades puderam estar relacionadas com as maiores distâncias que os jogadores percorrem na 1ª parte dos jogos em relação à 2ª parte dos mesmos e também pelo facto de efectuarem menor número de corridas de alta intensidade na 2ª parte das partidas.

A taxa de remoção de lactato está contudo, fortemente relacionada com a resposta aeróbia. Assim, com um consumo máximo de oxigénio aumentado, menores níveis de lactato no sangue e músculos.

3.4. Substratos Utilizados

A produção de energia aeróbia e o dispêndio pronunciado de energia anaeróbia no Futebol, estão associados a um grande consumo de substratos. Os substratos dominantes são, os hidratos de carbono e os lípidos armazenados dentro do músculo em actividade ou libertados para os músculos através do sangue. Analisando as medições feitas durante os jogos de futebol, as contribuições dos hidratos de carbono e dos lípidos situam-se na ordem dos 60% e 40% da oxidação total.

O glicogénio muscular é um importante substrato para os jogadores de futebol. De acordo com Bangsbo (2006), observou-se que as reservas de glicogénio muscular, são praticamente esgotadas no final da 1ª parte das partidas. Com estes resultados parece ser óbvio que o nível de glicogénio muscular antes do jogo influencia a performance na parte final do jogo.

4. Avaliação Fisiológica de futebolistas profissionais

4.1. Introdução

A criação de procedimentos experimentais, designadamente a construção de testes laboratoriais para avaliar capacidades de rendimento desportivo, permitem diagnosticar o estado de rendimento actual, prognosticar “performances”, detectar e seleccionar futuros talentos.

Existe contudo, algumas objecções na interpretação dos dados laboratoriais, em grande parte devido aos procedimentos, que levam ao grande afastamento dos locais de prática. Barthelemy (1981) refere que as investigações são limitativas ao serem efectuadas apenas em laboratório, e em consonância, Fornaris (1989) menciona a dificuldade de elaboração de protocolos laboratoriais que retratem as condições naturais das práticas desportivas. Tendo em conta esta problemática, os trabalhos realizados por Vilas-Boas (1989) mostraram que estes métodos avaliativos nem sempre possuem significação prática. Gomes Pereira (1985) considera ser importante a realização de testes de campo, tendo em conta que o comportamento dos atletas em testes laboratoriais, nem sempre representa os seus comportamentos no campo.

A construção de protocolos experimentais mais adequados à investigação, constituem uma grande preocupação e uma via de investigação que tem como norma a aproximação das condições laboratoriais às condições no campo. Como refere Barthelemy (1981), a investigação laboratorial é indispensável, contudo necessita de um suplemento relacionado com as condições no terreno.

A avaliação dos parâmetros fisiológicos é uma das importantes áreas de trabalho que podemos distinguir no âmbito dos testes desportivos. Assim sendo, e antes de direccionar este capítulo para a avaliação fisiológica dos futebolistas de uma forma mais concreta, mencionamos as bases fundamentais dos testes desportivos.

4.1.1. Fundamentos dos testes desportivos

O teste desportivo é um elemento imprescindível para controlar os processos de treino a curto, médio e longo prazo, possibilita ao Treinador a identificação das carências existentes, especialmente físicas, que nem sempre podem ser vistas em jogo. Permite a recolha de informação acerca da eficácia dos métodos de trabalho, tendo sempre em perspectiva as capacidades dos atletas, de modo a otimizar o seu rendimento.

Os resultados de testes em diferentes categorias de Futebol, permite-nos observar uma grande discrepância no rendimento físico na mesma equipa e em equipas diferentes. O propósito da realização destes testes é também, uma tentativa de convergir estes rendimentos, caminhando portanto para uma homogeneização das capacidades físicas das equipas. Como refere Proença (1985), apesar da impossibilidade de realização de uma avaliação com total exactidão, é muito importante encontrar critérios e métodos que, não ignorando a multiplicidade e diversidade das variáveis intervenientes, condicionando-o e determinando-o, proporcionem indicadores objectivos sobre a condição do atleta, constituindo uma base credível na tomada de decisões. Em consonância Bosco (1994) diz-nos que, a noção das condições físicas dos atletas, é extremamente importante na planificação racional do treino.

4.1.2. Limites dos testes desportivos

Os resultados destas avaliações, dão-nos apenas indicações de detalhes dos componentes da complexa capacidade do jogo de Futebol, é por isso que os testes não podem ser sobrevalorizados. Weineck (1994) considera como factor limitador o seguinte aspecto:

- O rendimento desportivo não depende só das capacidades fisiológicas dos atletas, está também vinculado à personalidade destes. A explicação dos testes só mostrará aspectos parciais das diferentes capacidades do desportista.

Parece-nos deveras relevante salientar as limitações dos resultados destas avaliações, e demonstrar a preocupação de não sobrevalorizar o rendimento do resultado

obtido no teste, pois como menciona Gomes Pereira (1993), numa equipa de Futebol, pretende-se visar, não a avaliação e o controlo do treino tradicional, baseada numa análise estritamente física e que encare a preparação de uma equipa caso-a-caso, mas sim um trabalho substanciado em duas tarefas: a escolha, de entre várias possibilidades, das variáveis a avaliar, e depois, a escolha dos testes específicos da modalidade. Refere também que devemos dar particular importância a uma avaliação individual integrada nas movimentações do grupo, e não numa perspectiva isolada.

4.1.3. Vantagens dos testes desportivos

Segundo Weineck (1994), as maiores vantagens aquando da realização dos testes desportivos são:

- Os testes de componentes parciais representam um requisito indispensável para um direccionamento do treino em processos a médio e a longo prazo.
- Os testes possibilitam o descobrimento de défices parciais e contribuem para evitar fases de estacionamento latente.
- Factores de rendimento individuais como são as capacidades coordenativas e condicionais, podem conhecer-se como uma garantia relativamente alta.
- Pode verificar-se o estado de rendimento individual nestes factores, sem a influência das condições gerais do sistema.

4.1.4. Desvantagens dos testes desportivos

Segundo Weineck (1994) as desvantagens mais importantes dos testes desportivos são:

- A impossibilidade de registo da complexidade do rendimento do jogo.
- Cada jogador tem uma motivação e uma atitude diferente diante dos testes, o que pode influenciar um pouco os resultados dos mesmos.

4.1.5. Critérios dos testes desportivos

Para se realizar esta avaliação é necessário ter em conta critérios de qualidade, que nos indicam como devemos proceder na selecção, construção e aplicação dos mesmos, procurando reduzir as fontes de variabilidade. Segundo os autores Weineck (1994); Björn Ekblom (1994), entre outros, deve-se sempre assegurar como elementares as seguintes qualidades:

4.1.5.1. Critérios de qualidade principal

- Validade

Indica até que ponto o teste mede realmente o que se pretende. Avalia-se o grau de precisão com que se explora a capacidade estudada.

- Fidelidade

Indica o grau de exactidão do teste. Exprime a estabilidade dos resultados durante a sua utilização repetida. Nos atletas os índices de prestação apresentam uma certa margem de variação. Consideramos portanto, que um teste é fiável, quando dá resultados extremamente próximos sendo repetido pelos mesmos atletas nas mesmas condições, e que pelo contrário dá valores diferentes para atletas cujas qualidades são diferentes.

- Objectividade

Indica o grau de independência da pessoa que efectua o teste, da pessoa que o avalia e da pessoa que o julga.

4.1.5.2. Critérios de qualidade secundária

Diz respeito à realização prática, económica, normalização, utilidade e compatibilidade.

É portanto numa perspectiva prática e económica que consideramos que o teste deva:

- Realizável em pouco tempo
- Necessitado de pouco material
- Fácil execução
- Rápida avaliação, sem que seja necessário muito cálculo
- Utilizado como teste para todo o grupo

De acordo com Gomes Pereira (1993), os testes tem que ser feitos da forma mais objectiva e mais específica possível, ou seja, tem que traduzir aquilo que é exigível ao atleta em alta competição. Tem de ser repetíveis no tempo, mas que não interfiram no processo de treino de forma a retirar-lhe rendimento.

4.1.6. Utilidade dos testes

Os testes quando aplicados correctamente e em momentos consonantes com a periodização do treino, tem as seguintes proficuidades:

- Conhecer o estado de treino actual do atleta, nas capacidades testadas;
- Avaliar os efeitos do treino, comparando os dados presentes com outros anteriores;
- Detectar eventuais falhas no processo de treino, exigindo, de imediato, alterações ao plano previamente traçado;
- Realizar o prognóstico de futuras performances, em bases seguras;
- Preparar progressiva e continuamente o atleta, para o esforço máximo em competição;
- Investigar os verdadeiros factores limitadores da performance em competição;
- Detectar indivíduos com elevadas potencialidades;
- Orientar os jovens para a actividade melhor adaptada às suas capacidades;

- Verificar a adequação do plano de treino;
- Seleccionar os atletas para construir diferentes grupos de trabalho.

4.1.7. Etapas dos testes

Para a consecução desta avaliação, é necessário consumir as seguintes etapas:

- 1º. Analisar a tarefa e propor uma tipologia dos factores a avaliar;
- 2º. Escolher e/ou criar os instrumentos e procedimentos de medida mais adequados;
- 3º. Organizar a recolha de dados;
- 4º. Tratamento dos resultados;
- 5º. Síntese e interpretação do conjunto de resultados.

4.2. Avaliação laboratorial da Força e Flexibilidade

4.2.1. Definições

4.2.1.1. Força; Potência; Resistência Muscular

Como refere Gomes Pereira (1997), a capacidade de produção de força do sistema muscular esquelético, representa um aspecto muito importante na avaliação da condição física. Considera-mos assim, três principais formas de manifestação da força: *potencia muscular ou força rápida, força máxima e resistência da força.*

Potência muscular ou *força rápida*, é caracterizada pela capacidade que o músculo ou grupo muscular possui para produzir a máxima quantidade de trabalho mecânico por unidade de tempo, e é expressa em watt (W) pelo sistema de unidades SI. É por isso determinado, através do quociente entre o trabalho mecânico efectuado e o tempo gasto nesse mesmo trabalho ($P = W \times t^{-1}$), sendo que por se designar também de força rápida, pode ser calculado através do produto entre força e velocidade ($F \times v$).

Entendemos como *força máxima* (expressa em Newtons ou quilogramas, podendo ser também designada por CVM – contracção voluntaria máxima), no âmbito da avaliação da função neuromuscular, como a força ou tensão que um músculo, ou grupo muscular consegue exercer contra uma resistência num esforço máximo.

Resistência da força, significa a capacidade de um músculo ou grupo muscular, realizar um número máximo de contracções musculares voluntárias, contra uma resistência sub-máxima, não existindo participação significativa dos mecanismos desencadeadores de fadiga. Gomes Pereira (1997) explica, que para objectivos avaliativos, se utiliza uma percentagem da CVM e se considera o número máximo de repetições (testes dinâmicos) ou o tempo máximo de tolerância (testes estáticos ou isométricos) possível para essa percentagem da CVM.

Presentemente um diverso leque de testes de força e potência muscular, tem sido empregues na avaliação dos futebolistas. Este conjunto de testes evoluiu de testes isométricos, para testes mais recentes, caracterizados por uma maior dinâmica e utilização de computadores ligados a equipamento isocinético para obtenção de resultados (ambos explicados no ponto 4.2.1.). Os testes de potência muscular, também têm acompanhado estes progressos.

No Futebol a força nos membros inferiores é claramente muito importante: os quadríceps, ísquiotibiais e tríceps sural tem de obrigatoriamente gerar muita força para o desempenho dos saltos, pontapés, disputas mudanças de direcção e de ritmo. A capacidade de sustentação de grandes contracções musculares é extremamente importante para a manutenção do equilíbrio e controle. A força isométrica é indispensável na manutenção do equilíbrio do jogador em pisos escorregadios, contribuindo também para o controlo da bola. Para um guarda-redes praticamente todos os grupos musculares do corpo são importantes para executar as suas habilidades. Para os jogadores de campo, os músculos da região inferior do tronco, os músculos adutores, os músculos da flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo são os que mais utilização tem. A força da parte superior do corpo é utilizada nos lançamentos de linha lateral e a força exercida pelos músculos flexores do pescoço tem um papel importante na acção de cabecear a bola. Pelo menos um nível moderado de força da região superior do corpo, deve garantir a viabilização de uma disputa de bola, (Reilly, 1996).

Reilly (1996) refere também que os futebolistas são geralmente atletas que se encontram apenas um pouco acima da média, no que diz respeito à força muscular

isométrica. Podendo estes resultados reflectir uma fraca ligação entre este tipo de trabalho e a verdadeira capacidade de exercer força no Futebol, ou seja, em condições dinâmicas.

Sabemos assim, que a força máxima medida em testes isométricos fornece poucas informações sobre as possibilidades em regime dinâmico. Reconhecemos portanto que o tempo disponível em competição para produzir força, é bastante inferior ao tempo necessário para produzir o seu máximo. Posto isto, no Futebol, e em termos de avaliação, é mais importante avaliar a força que o atleta exerce por unidade de tempo, do que o seu máximo.

4.2.1.2. Flexibilidade

Conjuntamente com a força, potência e a resistência da força, a flexibilidade é também um componente importante do desempenho muscular. Podemos então definir a flexibilidade como a “capacidade que permite a obtenção de amplitudes articulares fisiológicas, ao nível de uma ou mais articulações, no decurso da realização de acções motoras (Barata e Manso, 1997).

De acordo com Weineck (2003), podemos diferenciar a flexibilidade em: *flexibilidade geral*, quando nos referimos à flexibilidade dos principais sistemas articulares em grande extensão; *flexibilidade específica*, referente à flexibilidade de determinadas articulações específicas de um determinado desporto; *flexibilidade activa*, considerada como a maior amplitude de movimento numa articulação, dirigida naturalmente pela contracção dos músculos agonistas e relaxamento dos antagonistas; *flexibilidade passiva*, caracterizada pela maior amplitude de movimento de uma articulação através da capacidade de extensão e de relaxamento dos antagonistas, auxiliada por forças externas (individuo ou aparelhos).

Parece-nos importante referir também a definição de outros dois conceitos:

- *Flexibilidade estática*, ou seja, a amplitude de movimento de uma articulação ou conjunto de articulações. Utiliza para sua medição o deslocamento angular referente a essa amplitude, avalia sempre essa amplitude angular numa situação estática, quer seja obtida de forma activa ou passiva, (Barata e Manso, 1997).

- *Flexibilidade dinâmica*, definida como a oposição ou resistência de uma articulação ao movimento. Este tipo de flexibilidade tem colocado alguns entraves no que diz respeito à sua medição, por isso mesmo a sua utilização no desporto tem sido praticamente nula.

No Futebol, a flexibilidade articular pode ser considerado como um importante factor de segurança. A avaliação desta capacidade, trás benefícios no rastreio a atletas com predisposição para lesões.

4.2.2. Métodos laboratoriais de avaliação da Força e Flexibilidade

4.2.2.1. Força; Potência; Resistência Muscular

Antes de apresentar os métodos específicos utilizados na modalidade em causa, expomos de uma forma breve e geral os procedimentos de testagem utilizados na avaliação da Força (Pereira, 1997):

Levantamento de pesos

- Determinação da força máxima através de *uma repetição máxima (1 RM)*, realizada sob condições técnicas de execução padronizadas. Os meios tecnológicos para a realização desta metodologia são: pesos livres, alteres, máquinas de musculação, entre outros.
- Determinação da resistência da força através de *exercícios calisténios* (utilizam apenas como resistências, o peso do próprio atleta). Esta metodologia de avaliação tem como fundamento, a contagem do número máximo de repetições (RM) realizáveis com determinada carga pré-estabelecida.
- Determinação da potência muscular, através de instrumentação que avalie a velocidade de deslocamento do objecto. Com estes cálculos, conseguimos ter acesso à relação entre força e velocidade, expressa graficamente pela curva força/ velocidade.

Testes isométricos

- Determinação da força máxima através da força produzida por uma contracção voluntária máxima do tipo estático. Para este tipo de avaliação são utilizados cabos tensiométricos e dinamómetros tradicionais.

Testes isocinéticos

- Através deste tipo de procedimento podem ser avaliados tanto o trabalho em regime concêntrico, como em regime excêntrico, tendo como prioridade o estabelecimento de um padrão de velocidade angular. Neste tipo de avaliação são utilizados dinamómetros isocinéticos, que tem o objectivo de colocar a velocidade do movimento constante em toda a amplitude do movimento, tendo para isso que utilizar uma resistência variável. Velocidade essa, que é inicialmente estipulada, tendo sempre por base o objectivo do teste (determinada em graus por segundo – velocidade angular).

Testes isotónicos

- Podem ser confundidos com os testes que utilizam levantamento de pesos, contudo, nos testes isotónicos, e como próprio nome indica o tónus muscular mantêm-se constante ao contrário dos referidos anteriormente. Para a manutenção de uma tensão muscular constante, é necessário a utilização de dinamómetros isotónicos, que permitem determinar a aceleração, velocidade máxima, trabalho produzido e potência desenvolvida para os vários níveis de resistência pré-estabelecida.

Passamos então às formas específicas de avaliação laboratorial da componente Força, utilizada na modalidade do Futebol:

4.2.2.1.1. Testes de Força Muscular Máxima

- *Teste de Força Máxima dos músculos extensores das pernas em Back Squat e Leg Press (Pesos Livres)*

Este teste é realizado através da flexão profunda das pernas e extensão imediata com a barra por detrás da cabeça, apoiada nos ombros.

Carrega-se progressivamente a barra, a partir de 40-50% da melhor marca pessoal, com 10, 15 ou 20 quilogramas em cada série, segundo o recorde do futebolista, até chegar a 90% aproximadamente. A partir dos 90% a progressão é de 5 em 5 quilos, sendo que nas últimas séries se pode aumentar a carga de 2.5 em 2.5 quilos.

É também necessário controlar o tempo de recuperação entre séries, que será de 3 a 5 minutos.

As repetições por série serão de 5 a 1, diminuindo progressivamente com o aumento da carga.

A carga é aumentada até que o atleta falha. Contudo, se se observar algumas possibilidades do indivíduo conseguir realizar esta intensidade, poderá tentar uma segunda vez.

Apesar da menor frequência de utilização deste tipo de teste, que na nossa opinião está profundamente relacionado com a dificuldade ou mesmo impossibilidade de controlar todas as variáveis que neles existem (constituem um risco para a validação dos resultados e também para a obtenção de possíveis lesões). Consideramos, e de acordo com vários autores (Stølen et al., 2005; Svensson e Drust, 2005; Hoff, 2005; Ekblom, 1994), que este tipo de avaliação aproxima-se mais da especificidade dos movimentos dos jogadores de futebol, tendo em conta a liberdade de movimentos possíveis (recrutamento de vários grupos musculares num único movimento). Ainda a adicionar a esta maior contextualização, observamos também o facto, do fácil acesso a este tipo de testes. Portanto, a maioria das equipas profissionais de futebol tem facilidade no acesso a este tipo de material e por isso mesmo, estas metodologias são não só formas de avaliação, mas também, e como forma de dar continuidade a essa avaliação, são metodologias aplicáveis ao processo de treino.

- Teste Isocinético da força muscular da perna:

Este teste utiliza dinamómetros específicos (por exemplo: Biodex[®], Cybex[®], Lido[®]).

O eixo do motor é alinhado com o eixo da articulação do joelho. O atleta é colocado em posição de sentado e estabilizado, para que apenas o joelho a ser testado se mova num único grau de liberdade. Após um aquecimento que consiste em 3 a 5 (na generalidade dos estudos) contracções concêntricas submáximas (~50%) e uma contracção concêntrica máxima dos músculos quadríceps e isquiotibial a 5 velocidades experimentais. Relativamente ao teste propriamente dito, de forma geral, é medido o “pico” de força máxima da extensão do joelho em acção concêntrica e em alguns casos excêntrica, a diferentes velocidades angulares em radianos por segundo (rad/seg): 0.52; 1.05; 2.09; 3.14; 4.19; 5.24 (geralmente as utilizadas). No caso da unidade de medida ser graus por segundo (°/seg) utilizam-se com frequência os seguintes valores: 60; 90; 120; 150; 210; 270; 300. Os resultados são expressos em Newton-metro (N/m). É permitido no intervalo de cada série um período de descanso de 1 a 3 minutos (Hoshikawa et al., 2009; Gioftsidou et al., 2008; Ozcaldinan, 2008; le Gall et al., 2008; Ascensão et al., 2008; Zakas et al., 2006; Rahana e Lees, 2005; Dauty e Jasse, 2004; Ostenberg et al., 1998).

São sem sombra de dúvida, das metodologias mais aplicadas, tendo em conta a extensa informação obtida e analisada. Os dinamómetros isocinéticos possibilitam um extremo controlo das variáveis em estudo, toda a acção muscular é acompanhada e medida através do braço de alavanca do instrumento que fornece valores claros. Cremos ser esta a razão da sua maior utilização em relação a outras formas de avaliação da força máxima.

Contudo esta metodologia coloca-nos algumas dificuldades. Linhas acima referimos os momentos em rad/seg e °/seg que geralmente são utilizados na determinação dos resultados, contudo observamos também algumas discrepâncias nesses momentos, que impossibilitam depois, a comparação desses mesmos resultados com outros realizados.

Na nossa opinião, a grande limitação deste tipo de procedimento é a forma isolada como é feita a avaliação. Tal como referimos nos testes anteriores, sendo o

futebol um desporto que exige movimentos de alta complexidade, em que participam varias articulações e grupos musculares em simultâneo, este isolamento dos grupos musculares e também a pouca liberdade de movimento da articulação a ser testada, neste caso o joelho, põem de alguma forma em causa a validade desta avaliação no Futebol.

- Teste Isométrico de força muscular da perna

O atleta coloca-se na vertical sobre a base do dinamómetro, com os pés separados à “largura” dos ombros. Os braços colocam-se no sentido do chão (pendurados para baixo) segurando o centro da barra com ambas as mãos (palmas das mãos viradas para o corpo). A cadeira é ajustada para que os joelhos flexionem a aproximadamente 110 graus. A cabeça deve ser mantida na vertical e a olhar na frente como a própria coluna. De seguida, sem flexionar as costas, empurra-se a base do banco com a força máxima, tentando estender os membros inferiores por completo. O máximo desempenho resultará quando os membros inferiores estiverem praticamente estendidos (Landry et al., 2008; Gissis et al., 2006).

Para se realizar este tipo de testagem é necessário um dinamómetro de força acompanhado por um cabo tensiométrico.

O tempo de contracção para se assegurar o alcance da força máxima deve ser de 3 a 5 segundos, podendo realizar-se 2 a 5 repetições. É feita a leitura do resultado no próprio dinamómetro.

Importa referir que podem ser testados diferentes grupos musculares, ajustando o comprimento da cadeira, bem como o grau de flexão dos membros inferiores.

São procedimentos que tal como nos testes isocinéticos necessitam de mecanismos dispendiosos, pouco usuais, no contexto geral do Futebol. O que frequentemente se observa, é as equipas profissionais deslocarem-se aos laboratórios de fisiologia do esforço.

Na nossa opinião, tal como nos testes anteriores, existe a grande limitação da pouca relação entre os movimentos que originam a avaliação e os movimentos característicos do jogador de futebol no contexto da partida de futebol.

4.2.2.1.2. Testes de Potência Muscular

- Teste de Salto Vertical (Sargent Jump)

Caracterizado por ser um método usado para medição directa da altura de salto, descreveremos posteriormente os testes de salto que chegam ao valor da altura do salto de forma indirecta.

Nesta metodologia é necessário fita métrica; parede com marcações; giz para marcação na parede; dispositivos próprios para os testes, caracterizados por terem diferentes marcas onde os atletas deverão tocar, ficando automaticamente registado.

Os atletas estão sempre sujeitos a um aquecimento. Muitos dos autores dos estudos analisados rentabilizam o tempo de avaliação efectuando no mesmo dia diferentes tipos de avaliação, não se observando por isso um aquecimento específico para este tipo de avaliação. Existe contudo, alguns estudos que não o fazem, e que de uma forma geral realizam aquecimentos que variam de 5 a 15 minutos, com corrida ligeira e séries de sprints.

O atleta encontra-se numa posição lateral à parede, tocando na parede com a mão mais próxima, tentando chegar o mais alto possível. No início a região plantar do pé deve estar em contacto com o solo e as extremidades dos dedos são marcadas ou gravadas (Can et al., 2004). Como técnica de salto utilizada observamos algumas formas que mencionaremos neste teste.

O salto a partir de uma posição estática, em que o atleta inicia o movimento a partir de uma posição baixa (agachado), saltando depois para cima. Não existindo aqui o contra-movimento, e portanto o resultado será menor em comparação com o salto com contra-movimento (referido no parágrafo a baixo), cerca de 3 a 6 cm de diferença (aproximadamente).

O salto com contramovimento, caracterizado pela flexão dos joelhos imediatamente antes do salto e pelo o uso dos braços na ajuda à impulsão do corpo na vertical. Como referimos no parágrafo anterior este salto resulta numa maior produção de energia nos membros inferiores.

Existem contudo outras variações para se poder realizar este teste, como é o caso do salto sem utilização do movimento dos membros superiores (em que uma mão se

encontra na cintura pélvica e a outra se encontra acima da cabeça com o membro superior em extensão. Pode também ser utilizada apenas um membro inferior na projecção vertical do corpo. Existe também uma versão deste teste em que é o atleta efectua um passo antes do salto, até mesmo com uma corrida preparatória saltando com um ou dois pés de chamada.

Voltando ainda ao procedimento deste teste, é necessário completar, mencionando que o objectivo será tocar na parede apenas no ponto mais alto do salto. A pontuação do teste é dada pela diferença na distância entre a marca da parede e a altura do salto. É registada a melhor de 3 a 5 tentativas (normalmente) com intervalos de recuperação entre saltos de 2 a 3 minutos.

Parece-nos importante referir que estes testes são pouco relevantes para o estudo em causa dado o facto de o factor técnica contribuir drasticamente na performance do teste, contudo são utilizados em estudos, cremos que muito se deve, à facilidade que proporcionam na avaliação e controle das variáveis.

- Teste de Salto Vertical a partir de uma Posição Estática (Squat Jump - SJ)

O Squat Jump necessita de alguns instrumentos dispendiosos como a plataforma de contacto (ex. Ergojump); computador com programa para a realização dos testes; interface computador-plataforma.

Segundo Bosco (1981; 1983; 2000a), sendo a grande maioria dos estudos analisados em conformidade, este teste (SJ) consiste na realização de um salto partindo da posição de flexão dos joelhos a 90 graus sem contramovimento prévio. As mãos encontram-se segurando a cintura pélvica. O tronco observa-se na posição vertical. Os joelhos devem permanecer a 180 graus (extensão) no momento do voo, sendo que os pés entram em contacto com o solo em hiperextensão. Depois de entrar em contacto com o solo, o atleta pode flectir os membros inferiores até um ângulo de 90 graus (joelhos).

Na grande maioria dos trabalhos realizados, observa-se a consecução encadeada deste teste com os 2 testes seguintes (teste de salto vertical com contra-movimento e teste de salto vertical em profundidade). Normalmente são efectuadas 3 séries de saltos (diferentes saltos), com 2 a 5 saltos por série. Quanto ao tempo de recuperação,

podemos referir que variam de 2 a 3 minutos entre saltos e à volta de 5 minutos entre série.

O tempo de voo (t_v) é registado durante o salto, sendo posteriormente calculada a altura atingida pelo centro de gravidade (ACG), ou impulsão real, isto é, a diferença entre a elevação máxima do centro de gravidade e a posição de partida, calculada frequentemente através da fórmula proposta por Bosco (1981): $h = t_v^2 \times 1.226$, e mais tarde por Bosco e al., (1983):

$$H = (g \times t_v^2) / 8$$

Em que h corresponde à altura do salto (centímetros); g significa a aceleração da gravidade (9.81 m/s^2); t_v designa o tempo de voo (metros por segundo).

- Teste de Salto Vertical com Contra-movimento (CMJ)

Tal como o teste anterior são necessários os mesmos aparelhos para se poder realizar.

Realiza-se com uma flexão-extensão rápida dos membros inferiores. A flexão deve chegar até um ângulo aproximado de 90 graus. As indicações dadas no SJ para as mãos, tronco e membros inferiores mantêm-se neste teste. A diferença deste teste é, neste caso, o aproveitamento da energia elástica durante o ciclo encurtamento-estiramento dos músculos.

Através do instrumento de avaliação, regista-se o tempo de voo (metros por segundo) e a altura do centro de gravidade. Nesta posição, uma certa quantidade de energia elástica potencial, pode-se estabelecer nos músculos extensores, durante o trabalho excêntrico e pode ser utilizado em parte durante a fase seguinte. Escolhe-se como resultado final, o melhor valor do conjunto das tentativas.

- Teste de Salto Vertical em Profundidade (Drop Jump – DJ)

Como nos dois testes anteriores são necessários os mesmos aparelhos para se poder realizar.

Realiza-se caindo sobre a plataforma de contacto desde a plataforma de salto. A queda é efectuada adiantando um membro inferior seguindo-se o outro, é importante que não seja feito impulso sobre a plataforma de salto. O objectivo do atleta é de realizar imediatamente depois de cair sobre a plataforma de contacto, o máximo de impulso para projectar o corpo na vertical o mais alto possível. Assim, qualquer tipo de paragem depois da fase excêntrica do teste, ou amortecimento pode fazer perder o efeito da própria queda, colocando em causa todo o teste. As mãos e o tronco mantêm-se tal qual os anteriores testes.

Através do instrumento de avaliação, regista-se o tempo de voo (metro por segundo), o centro de gravidade (centímetros), o tempo de contacto (metro por segundo) e a potência (w/peso).

No Futebol, partindo da importância que a capacidade de salto tem no que diz respeito aos duelos aéreos, é importante referir também a sua importância nos momentos que se necessita de grande aceleração, paragens rápidas e novamente o início de uma nova movimentação.

Pensamos por isto, ser muito importante este tipo de testes.

Como primeiro teste referimos o *teste de salto vertical (Sargent Jump)*, teste utilizado com alguma frequência e de boa exequibilidade, contudo apenas possibilita a avaliação da altura do salto. Parece-nos por isso ser muito importante o desenvolvimento dos testes de salto através da plataforma de saltos, como referimos parágrafos acima – *SJ, CMJ e DJ*. São testes que permitem chegar a diferentes resultados, pois possibilitam determinar o tempo de voo (metro por segundo), o centro de gravidade (centímetros), o tempo de contacto (metro por segundo) e a potência (w/peso).

Através dos estudos analisados, observamos que alguns autores englobam este tipo de avaliação nos testes de campo, contudo, e tendo a consciência que existe possibilidades de efectuar estas metodologias ao ar livre consideramos que podem também ser realizadas em laboratório e por isso serem aqui englobados.

Denotamos contudo algumas limitações nestas metodologias. Como mencionamos nos seus procedimentos, o posicionamento do corpo encontra-se limitado a um determinado movimento, sendo comuns os desvios da posição do corpo entre a descolagem (momento do salto) e a recepção no solo. São com frequência observáveis,

diferenças entre as flexões dos joelhos, as extensões da articulação tíbio-társica e a posição dos braços, tal como B. Ekblom, (1994) refere.

Parece-nos legítimo expor a ideia que estes mesmos movimentos que nos referimos, fogem um pouco aos movimentos reais dos atletas em jogo. Consideramos assim importante, mencionar neste ponto um teste que na nossa opinião se encontra mais contextualizado à realidade deste desporto, referimo-nos ao *Teste de Salto específico de Futebol*, de acordo com B. Ekblom, (1994). Em que o sujeito salta e com a cabeça tenta atingir uma bola que se encontra suspensa. Este teste inclui uma pequena corrida seguida de uma chamada a um pé. Para calcular a altura de salto, a altura do atleta é subtraída à mais alta altura que o atleta consegue ter contacto com a bola. É contudo um teste pouco utilizado, e por isso mesmo, não consta no grupo que acima expomos.

- *Teste de Salto Horizontal (Broad Jump)*

Os materiais necessários para este teste são: Fita métrica; marcação no solo para posição inicial; solo com algum amortecimento para a recepção; tapete específico para este tipo de teste.

O atleta encontra-se por trás da linha marcada no chão com os apoios ligeiramente afastados. É efectuada uma chamada e recepção a dois pés. Os braços ajudam na impulsão horizontal balanceando e conjugando com a flexão dos joelhos. O atleta tenta saltar a maior distância possível, sem que o corpo caia para trás. São permitidas 2 a 5 tentativas.

Observamos ainda algumas variações deste teste, utilizadas em estudos relacionados com a modalidade por nós estudada, como por exemplo nos mostra Östenberg, A., Roos, E., Ekdahl, C. (1998), através do teste de salto horizontal com apenas um membro inferior (*One-leg-hop for distance*). O atleta mantém-se apenas apoiado por uma perna, mantendo as mãos atrás das costas. No momento do teste, o atleta salta e realiza a recepção utilizando o mesmo apoio que saltou (apoio único). Durante todo o teste as mãos devem ser mantidas atrás das costas, caso o indivíduo não consiga equilibrar-se durante a recepção, esse ensaio é anulado.

A distância é medida em centímetros, tomando-se como ponto de partida a marcação no solo para posição inicial e ponto final a zona dos pés que em contacto com o solo se encontram mais perto da marcação inicial neste caso será a região do calcâneo.

Este tipo de procedimento, e no que diz respeito aos testes de potência muscular, são de facto os que exigem menos material e portanto menos gastos. São por isso, testes de fácil aplicabilidade e facilmente se podem conjugar com o treino.

Apesar da sua fácil utilização, consideramos que é preferível a utilização dos anteriores testes, pois nesta avaliação as características físicas podem ter um crucial papel nos resultados (dimensão dos membros inferiores). Existe também a incapacidade de se poder calcular a potência, tal como T. Reilly, (1996) menciona.

4.2.2.1.3. Testes de Resistência Muscular

- Teste de Salto 30 segundos

O atleta encontra-se na perpendicular ao obstáculo (especifico para este tipo de teste, por exemplo SPARQ Soft Endurance Hurdle), com os apoios lado a lado bem equilibrados. O tempo do teste é começado quando o indivíduo inicia o movimento. A chamada e recepção ao salto é efectuada com os dois apoios em simultâneo, do outro lado do obstáculo e assim sucessivamente (Christou et al., 2006). O teste como o próprio nome indica continua até atingir os 30 segundos (cronómetro). O número total de saltos é contado.

Podemos encontrar algumas variantes deste teste, todavia de acordo com as pesquisas efectuadas esta metodologia aparece mais relacionada com o Futebol.

4.2.2.2. Flexibilidade

De uma forma geral, podemos considerar duas metodologias como base da avaliação da flexibilidade:

Métodos indirectos

Caracterizados pela facilidade na administração, contudo com problemas relativamente à individualização dos grupos musculares e articulações, dado a complexidade dos movimentos que na maior parte das vezes recruta vários grupos musculares. Posto isto, consideram-se métodos de utilização na avaliação da flexibilidade geral, que como está definido anteriormente, tem pouca relevância para este estudo. Iremos referir no entanto, os métodos indirectos que se costumam utilizar no Futebol.

Métodos directos

São de facto métodos mais rigorosos, permitem uma medição objectiva que pode ser documentada e utilizada para fins de comparação, por exemplo, após programa de treino ou durante o período de reabilitação. Os instrumentos normalmente utilizados são os flexómetros, goniómetros, electrogoniómetros, fotogoniómetros, radiogoniómetros, cinematografia e técnica de recolha e tratamento de imagem por digitalização.

Segue-se então os testes que com mais frequência são utilizados na modalidade em causa:

4.2.2.2.1. Métodos indirectos

- Teste “Sit and Reach”

O atleta senta-se no solo com os membros inferiores juntos, em extensão e sem calçado. A zona plantar dos pés colocada contra a parede da caixa “sit and reach”. O avaliador ajuda segurando os joelhos do avaliado para que estes se encontrem em contacto com o solo. Com as mãos na parte superior da caixa (zona palmar voltada em contacto com a caixa), o atleta tenta chegar o máximo à frente. Em 2 a 3 oportunidades, o indivíduo terá de manter a posição durante 2 a 3 segundos para que seja anotada

(Hoshikawa et al., 2009; Ozcaldiran, 2008; Christou et al., 2006; Can et al., 2004; Polman et al., 2004).

A pontuação é gravada em centímetros ou polegadas dependente da escala a ser utilizada.

Através deste estudo foi possível observar que apesar de existir alguma variedade de testes relacionados com a metodologia indirecta, o teste “sit and reach” é sem sombra de dúvidas o mais utilizado.

Todavia este procedimento tem algumas limitações, tais como o facto de envolver movimentos rotacionais sobre mais do que uma articulação que torna pouco claro a análise dos resultados da avaliação. Para além deste problema, o atleta que tenha membros superiores longos e membros inferiores curtos, pode efectuar uma marca muito elevada que não corresponde à realidade.

Acreditamos que apesar destas limitações, é um bom instrumento de avaliação, de fácil e rápida utilização.

4.2.2.2.2. Métodos directos

- Testes com utilização do Goniómetro manual ou goniómetro digital

Antes de mencionar o teste, parece-nos importante referir que alguns estudos utilizam curtos aquecimentos para preparação do teste, contudo algumas destas avaliações são também realizadas sem qualquer tipo de aquecimento.

Para medir a amplitude de movimento de uma articulação, o centro do goniómetro é colocado no eixo de rotação de uma articulação, alinhando-se os braços do medidor com o eixo dos ossos dos segmentos adjacentes ou a uma referência externa. No caso do Futebol, e pelas análises aos estudos relacionados, é com grande frequência que se incide na medição da flexibilidade dos músculos ísquiocrúrios. O eixo do goniómetro é colocado junto ao grande trocânter, uma linha estática acompanha o plano horizontal, estamos a falar de um dos braços do aparelho e o segundo braço acompanha a linha dinâmica, ou seja, o fémur do membro a ser medido (que se eleva). Também se utiliza com frequência na medição da flexibilidade dos grupos musculares quadríceps, através da flexão joelho (Lima e Silva, 2006; Rahana e Lees, 2005).

Através do goniómetro é feito uma leitura dos ângulos medidos em graus.

Grande parte dos estudos baseiam-se numa metodologia “mista”, em que o atleta realiza o teste de forma passiva, mas que no momento imediatamente antes de sentir dor, passa para uma situação activa.

Esta metodologia porém revela algumas dificuldades no que trata ao posicionamento e manutenção dos braços do goniómetro ao longo dos segmentos. Também eixo da rotação, por vezes se mostra pouco claro, por exemplo quando se avalia articulações complexas.

Na nossa opinião a utilização do goniómetro para avaliação da flexibilidade, acaba por ser uma forma objectiva e pouco dispendiosa de obtenção de valores claros.

- Testes com utilização de Flexómetro

O flexómetro é constituído por um mostrador de 360 graus e um ponteiro, a amplitude de movimento é medida em relação à força da gravidade no mostrador e no ponteiro.

Esta forma de testagem permite ao avaliador executar medições sofisticadas de mobilidade articular, onde se é possível identificar de maneira elaborada a performance articular de segmentos corporais distintos (Zakas et al., 2006). No Futebol, este tipo de teste é utilizado com frequência para medição angular do movimento de abdução dos membros inferiores, como no teste anterior, a medição é feita no momento anterior à sensação de dor.

4.3. Avaliação laboratorial das componentes cardio-respiratoria e metabólica

4.3.1. Definições

4.3.1.1. Avaliação da potência aeróbia máxima

Segundo Ekblom (1994), considera-se como potência aeróbia máxima, o máximo rendimento energético que pode ser produzido de forma aeróbia dentro das limitações da capacidade funcional do sistema circulatório. Este rendimento energético é avaliado pela determinação do consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx). como já referimos anteriormente. No Futebol e durante uma partida, a maioria do fornecimento de energia é proveniente do sistema energético aeróbio de acordo com Svensson e Drust (2005).

Está portanto subjacente, a importância da via aeróbia na capacidade de jogar uma partida de Futebol, existem ainda evidências que relacionam a recuperação a esforços intermitentes (grande intensidade e curta duração) com os processos oxidativos segundo Ekblom, (1994); Svensson e Drust (2005). Podemos referir então, que através de um reforço à potência aeróbia máxima, os atletas ganharão maiores resistências à fadiga.

Os testes ao VO_2 máx são normalmente realizados em passadeiras rolantes motorizadas e cicloergómetros. Stolen, (2005), referem que o coeficiente de variação destes tipos de teste varia na ordem de 1 – 3%, contudo criticam, esta utilização mencionando a maior relevância das passadeiras pois mostram um maior potencial de transferência para o desporto específico. Também Svensson e Drust (2005) mostram a mesma opinião referindo que é na passadeira que a musculatura activa se aproxima dos padrões utilizados na modalidade do Futebol.

O VO_2 máx. pode ser precisamente medido através de duas metodologias.

1. Por Medição Directa. Levada a cabo por testes de esforço de intensidade progressiva até à exaustão, no caso específico da modalidade estudada, utiliza-se com muita frequência as passadeiras rolantes motorizadas. A determinação directa do VO_2 máx. é feita a partir de variáveis fisiológicas (consumo de

oxigénio, frequência cardíaca, quociente respiratório, ventilação pulmonar por minuto, todas elas já explicadas anteriormente). Os atletas são submetidos a medições nos últimos minutos de exercício, onde a fracção expirada de oxigénio e de dióxido de carbono são analisadas. Não podemos esquecer contudo, que esta metodologia tem pouca reprodutibilidade, pois envolve muito equipamento e técnicos específicos.

2. Por Medição Indirecta. “As determinações indirectas baseiam-se no facto de existir uma correlação significativa entre o valor do consumo de oxigénio (VO_2) e a intensidade da carga. Para posterior determinação do VO_2 máx. utiliza-se um procedimento estático base (regressão linear), podendo também utilizarem-se, alternativamente, tabelas ou nomogramas especificamente concebidos para determinados protocolos. Normalmente, na leitura destas tabelas ou nomogramas leva-se em linha de conta os seguintes aspectos: idade, sexo, intensidade da carga, frequência cardíaca correspondente à fase estável no decurso do teste (“steady-state”)” (Barata e Manso, 1997). O VO_2 máx pode também ser determinado através de um aumento no *RER* (*respiratory Exchange ratio*) acima de 1.15; concentração de lactato no sangue acima de 8 milimoles por litro, que espelha o aparecimento do metabolismo anaeróbio.

Parece-nos importante esclarecer, e de acordo com Svensson e Drust (2005), que estas formas indirectas de cálculo do VO_2 máx levantam algumas dúvidas. E portanto, como resultado destas dúvidas, deve ser dada uma cuidadosa consideração à terminologia e metodologias utilizadas. Dever-se-á ter em conta uma sessão de orientação que garanta resultados fiáveis, adequadas sessões de aquecimento, protocolos pertinentes (sempre que possível proceder à recolha e análise dos gases expirados).

Incidimos agora na importância do VO_2 máx., que para muitos autores é considerado como o parâmetro fisiológico com maior importância para a caracterização da capacidade funcional do indivíduo, pelas importantes indicações de natureza cardiorespiratória que consegue proporcionar, como refere Pereira (1997). Contudo, Svensson e Drust (2005) indica, que apesar do cálculo de VO_2 máx poder diferenciar os jogadores de futebol de diferentes capacidades, posicionamentos em campo, relacionar diferentes tipos de população (útil para estudos relacionados) e também ser um instrumento para o controlo do treino, não pode ser visto como o melhor indicador da

capacidade de execução dos exercícios (intermitentes) específicos do futebol que são necessários no jogo. Assim, podemos referir que o VO_2 máx não é um indicador suficientemente sensível para a que seja utilizado regularmente durante a época competitiva, dado que as mudanças no desempenho são normalmente de cariz periférico e pouco acentuadas.

4.3.1.2. Avaliação do limiar anaeróbio

Conceito já referido nos primeiros tópicos do estudo, e que, de acordo com Ekblom, (1994), na perspectiva do jogador de futebol é um conceito pouco claro, tendo em conta as características do esforço no Futebol (exercício intermitente tantas vezes já referido). O limiar anaeróbio tem sido avaliado através de várias metodologias, a mais conhecida e utilizada é o teste OBLA – Onset of Blood Lactate Accumulation, que tem como ponto de referência 4 milimoles por litro, e que, no caso específico do futebol, é determinado a partir das respostas dadas no teste graduado sobre uma passadeira rolante motorizada.

De acordo com Svensson e Drust (2005), parece que o limiar de lactato é sensível a mudanças no treino, com o limiar a ocorrer a elevadas velocidades de corrida durante um teste graduado na sequência de uma intervenção no treino.

Existem algumas questões que devem ser tomadas em conta no decorrer do processo metodológico de recolha dos dados sobre o limiar anaeróbio. Estas questões podem afectar a fiabilidade e validade da determinação do limiar de lactato. O estado do atleta, quer ao nível do treino ou recuperação se for o caso e até mesmo ao nível nutricional, podem afectar o despoletar do lactato e portanto, afectando a velocidade de corrida em que o limiar sucede. Logo, devemos dar importância ao controlo total das condições laboratoriais, de pré-teste, antes de qualquer avaliação. Também ao nível do protocolo se deve ter especial cuidado, por exemplo, se colocar-mos o atleta numa situação inicial de teste com intensidade elevada, o aumento imediato de lactato sanguíneo irá impedir a criação de uma curva adequada para a identificação de um ponto de inflexão, como nos mostra Svensson e Drust (2005). Estas questões metodológicas podem exigir que cada atleta se submeta a vários testes para garantir uma determinação exacta do limiar de lactato. Consequentemente, a falta de coerência na

utilização de um protocolo padrão em passadeira e as dificuldades na identificação de um método estandardizado para a determinação do limiar a partir da curva, pode limitar a comparação dos dados provenientes de diferentes laboratórios e entre indivíduos, (Svensson e Drust, 2005).

Em suma, apenas com cuidadosas considerações ao nível da metodologia e da utilização de repetidas avaliações, poderemos considerar válido e fiável a utilização deste tipo de teste. Contudo, para uma modalidade com tais características (exercícios com um padrão intermitente), incluímos momentos em que a intensidade de exercício se encontra abaixo do limiar de lactato, e outros em que se encontra acima, é de facto limitado no fornecimento de indicações específicas relacionadas com o desempenho no jogo. De acordo com Svensson e Drust, (2005), e na melhor das hipóteses, podemos considerar o limiar de lactato como um descritor geral da capacidade física, e não um indicador específico do potencial fisiológico para o desempenho numa partida de futebol. Assim, consideramos relevante a sua utilização apenas, em momentos que se observem grandes mudanças na capacidade aeróbia dos atletas (pré-época e momentos de paragem forçados).

4.3.1.3. Avaliação da capacidade anaeróbia

Embora sendo muito clara a importância do rendimento energético anaeróbio no futebolista, ainda hoje se conhece pouco sobre a relação entre a capacidade anaeróbia e a capacidade específica do esforço no Futebol.

Os testes específicos de avaliação da capacidade anaeróbia podem ser divididos em dois tipos: medição do deficit de oxigénio durante um exercício de intensidade supramáxima e registo de parâmetros de desempenho.

Estamos portanto a definir limites de avaliações entre dois tipos de trabalho. O *trabalho interno* (ex: dispêndio energético), que se refere às avaliações expostas até este ponto (dentro do capítulo da avaliação laboratorial das componentes cardio-respiratoria e metabólica). Não esquecendo os testes de medição do deficit de oxigénio durante um exercício de intensidade supramáxima, que como refere o autor Ekblom (1994), tem ganho crescente interesse, mas que contudo a precisão desta avaliação é questionável e pode ser uma grande fonte de erro para este método.

O tipo de trabalho que nos falta mencionar, é o *trabalho externo*, que dentro das componentes cardio-respiratória e metabólica, está de alguma forma muito ligado ainda às anteriores avaliações (força, potência, resistência da força e flexibilidade), dado que são apenas formas de avaliação do trabalho mecânico. Sob um ponto de vista fisiológico e metabólico, o trabalho mecânico é redutor.

No caso específico do Futebol, e de uma forma geral, recorre-se a instrumentos ergométricos, mas também à utilização de outros aparelhos, como é o caso das células fotoeléctricas (utilizados na maior parte das vezes em testes de campo).

Analisando sob o ponto de vista mecânico as acções dos futebolistas, relacionando ainda com as capacidades condicionais, por nós já estudadas, parece-nos evidente considerar a *Velocidade* como a capacidade avaliada neste tópico.

Nesta modalidade, a forma mais básica de observar a velocidade é através dos *Sprints* realizados pelos jogadores durante as partidas. Podemos referir, relacionando com as palavras de Ekblom (1994) e tal como já expusemos anteriormente, que as distâncias percorridas em sprints (velocidade máxima/ velocidade sub-máxima) situam-se entre os 15 a 40 metros (efectuando uma média). A capacidade de acelerar rapidamente é muito importante no futebol, tendo em conta que é com este tipo de acção motora que o jogador consegue ganhar a posse de bola, consegue desmarcar-se de forma imprevisível, reorganizar-se defensivamente, entre muitos outros objectivos. O autor Ekblom (1994) refere que, apesar de no Futebol a velocidade ser mais que uma simples corrida entre dois pontos no menor tempo possível, a capacidade “pura” de sprintar parece ser um factor importante a avaliar. Contudo, e através do nosso estudo, podemos constatar que a velocidade é na generalidade calculada através de testes de campo, que se afastam do âmbito deste trabalho. Ainda assim, deixaremos neste ponto uma pequena referência a um teste que tivemos a oportunidade de analisar, mas que contudo parece-nos ser pouco relevante, *teste de velocidade máxima em cicloergómetro de pernas* (Gissis e tal.,2006), em se regista a velocidade através do tacómetro. O cicloergómetro é colocado sem resistência (resistência = 0). O selim do cicloergómetro é ajustado individualmente, para que cada atleta possa pedalar numa posição baixa, colocando-se os membros inferiores em flexão (cerca de 150 graus). Os atletas começam por pedalar lentamente, aumentando a cadência e por fim acelerando ao máximo das suas capacidades, tentando chegar à velocidade máxima em poucos segundos. Se o atleta não consegue acelerar mais que 2 segundos, a sua tentativa é anulada. Cada individuo têm a

hipótese de realizar 2 ensaios, com um intervalo de 3 minutos entre estes. É contabilizado o melhor desempenho para registo, através da velocidade marcada pelo tacómetro.

Considerando que no Futebol a velocidade é observável, não em simples corridas entre dois pontos como relatamos linhas acima, mas sim corridas complexas com mudanças bruscas de direcção, parece-nos muito pertinente enquadrar estas acções ao conceito de *Agilidade*. De acordo com Reilly (1996) podemos definir agilidade como a capacidade de mudança de direcção do corpo de forma muito rápida. Bompa (2002), acrescenta que este movimento deve ser eficiente. Para Schmid, (2002), a agilidade é a capacidade de decisão e execução de mudanças de movimentos, com rapidez e eficiência em momentos imprevisíveis.

Esta capacidade não é considerada como um dos motivos do estudo, dado o facto da pesquisa efectuada ter revelado, que a avaliação da agilidade em Futebol é realizada, na generalidade, através de testes de campo.

4.3.2. Métodos laboratoriais de avaliação das funções cardio-respiratória e metabólica

De acordo com o que referimos, como introdução ao tema da avaliação cardio-respiratória e metabólica, vamos fazer uma análise mais detalhada às metodologias utilizadas no Futebol.

4.3.2.1. Potência Aeróbia Máxima

- Teste Protocolo de Bruce (Bruce Protocol Stress)

O teste é iniciado a uma velocidade de 2.74 quilómetros por hora e uma inclinação de 10% (estádio 1) numa passadeira rolante motorizada. A cada 3 minutos é aumentada a inclinação e velocidade de acordo com a seguinte tabela:

Estádio	Velocidade (km/h)	Velocidade (mph)	Inclinação (%)
1	2.74	1.7	10
2	4.02	2.5	12
3	5.47	3.4	14
4	6.76	4.2	16
5	8.05	5.0	18
6	8.85	5.5	20
7	9.65	6.0	22
8	10.46	6.5	24
9	11.26	7.0	26
10	12.07	7.5	28

Quadro 1: Esquematização do Protocolo de Bruce

Existe no entanto uma variante deste teste, o Protocolo de Bruce Modificado, contudo não é direccionado para atletas de alta competição, sendo portanto de menor importância para o estudo em causa.

Consideramos como resultados a duração que o teste teve em minutos. A partir do produto conseguimos estimar o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx), através das seguintes fórmulas:

Homem: $VO_2 \text{ max} = 14.8 - (1.379 \times T) + (0.451 \times T^2) - (0.012 \times T^3)$ (Foster et al., 1984)

Mulher: $VO_2 \text{ max} = 4.38 \times T - 3.9$ (Pollock et al., 1982)

T = duração da prova em minutos

- Teste de Balke

O atleta desloca-se na passadeira rolante motorizada até à exaustão, a uma velocidade constante enquanto a inclinação aumenta a cada um ou dois minutos. O avaliador inicia o contagem do tempo no início do teste, parando quando o avaliado não apresenta mais condições para continuar. Encontramos na bibliografia estudada várias variações do teste de Balke, na generalidade os protocolos rondam o seguinte:

- Velocidade constante de 4,83 a 5,47 quilómetros por hora;
- A inclinação é aumentada progressivamente de 2 a 2,5%;
- O tempo de aumento da inclinação ronda entre 1 a 3 minutos.

Neste teste tal qual no Protocolo de Bruce, considera-se como resultados a duração da prova em minutos. Existe também aqui, a possibilidade da estimativa do VO_2 máx através das seguintes fórmulas relacionadas:

$$\text{Homem: } VO_2 \text{ max} = 1.444 (T) + 14.99 \text{ (Pollock et al., 1976)}$$

$$\text{Mulher: } VO_2 \text{ max} = 1.38 (T) + 5.22 \text{ (Pollock et al., 1982)}$$

T = duração da prova em minutos

- Protocolo de teste contínuo Metaxas et al., (2005)

O teste é iniciado a uma velocidade de 8 quilómetros por hora e uma inclinação de 1% (estádio 1) numa passadeira rolante motorizada. A cada 3 minutos é aumentada a inclinação e velocidade de acordo com a seguinte tabela:

Estádio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	8.0	1.0
2	10.0	1.0
3	12.0	1.0
4	14.0	2.0
5	16.0	2.0
6	18.0	2.0
7	20.0	2.0

Quadro 2: Esquematização do Protocolo de teste contínuo (adaptado de Metaxas et al., 2005)

- Protocolo de teste contínuo de Casajus e Castagna (2006)

De acordo com as análises é aconselhado um aquecimento de 10 minutos á velocidade de 8 quilómetros por hora.

O teste é iniciado á velocidade de 9 quilómetros por hora com uma inclinação de 1 %. É aumentado 1 quilómetro por hora a cada minuto que passa como mostra a seguinte tabela:

Estádio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	9.0	1
2	10.0	1
3	11.0	1
4	12.0	1
5	13.0	1
6	14.0	1
7	15.0	1
8	16.0	1
9	17.0	1
10	18.0	1

Quadro 3: Esquematização do Protocolo de teste contínuo (adaptado de Casajus e Castagna, 2006)

O objectivo do teste é que o atleta chegue á exaustão entre os 8 e 12 minutos.

Considera-se o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx) quando se atinge dois dos seguintes critérios: 1. O momento de estagnação do volume de oxigénio, apesar do aumento contínuo da velocidade; 2. O RER (respiratory exchange ratio) acima de 1.10; 3. A Frequência Cardíaca (FC) a mais ou menos a 10 batimentos por minuto da frequência cardíaca máxima prevista pela fórmula: $FC = 220 - \text{idade}$.

- *Protocolo de teste contínuo e constante em passadeira rolante motorizada Greig et al., (2005)*

Antes de se iniciar o teste os atletas realizam um aquecimento de 30 minutos que inclui exercícios com bola, corrida de intensidade progressiva e alongamentos passivos e dinâmicos, de acordo com os estudos analisados.

O teste é iniciado e terminado a uma velocidade constante de 6,5 quilómetros por hora de forma a possibilitar uma distância total percorrida cerca de 9,72 quilómetros.

Utilizou se na passadeira uma inclinação de 2% para aproximar o teste das características de uma corrida no exterior (relativamente aos custos energéticos). O protocolo está representado na seguinte tabela:

Estádio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	6.5	2
2	6.5	2
3	6.5	2
4
5
6
7

Quadro 4: Esquematização do Protocolo de teste contínuo e constante em passadeira rolante motorizada (adaptado de Greig et al., 2005)

É importante referir que apesar de não se encontrar mencionado nos protocolos, a utilização de aparelhagens adicionais pode vir a dar maior importância ao teste. A utilização de cardiofrequencímetros, de esfigmomanômetros, de sistemas de análises de gases e até mesmo de termómetros com sondas rectais, permitem que se alargue a base de dados. Através destes instrumentos os investigadores podem medir os seguintes parâmetros: Frequência Cardíaca (FC); Pressão Sistólica (PS) e Pressão Diastólica (PD) do sangue; Frequência Cardíaca Máxima (FCmáx); Pressão Sistólica Máxima (PSmáx) e Pressão Diastólica Máxima (PDMáx) do sangue; Consumo de Oxigénio Máximo (VO_2 máx); Ventilação Pulmonar Máxima (VEmáx); o limiar ventilatório (VT); a razão entre a Ventilação Pulmonar (VE) e o Consumo de Oxigénio (VO_2); temperaturas corporais.

Podemos observar algumas diferenças nos protocolos, como por exemplo alguns deles utilizam um incremento constante na velocidade da passadeira e em simultâneo na inclinação que a mesma proporciona. Outros apenas aumentam a velocidade da corrida deixando a inclinação constante. Por fim podemos observar também velocidade e inclinação constantes.

É curioso referir que todos eles têm a mesma finalidade, contudo diferem numa questão importante, ou seja, o tempo de exercício. Assim, os sujeitos em determinados protocolos atingirão mais rapidamente o VO_2 máx que noutros (como é o caso do protocolo de Bruce em comparação com o último protocolo referido).

Coloca-se aqui a problemática da contextualização do exercício à modalidade em prática, serão os resultados obtidos a amostra real da capacidade do futebolista? Na nossa opinião, pensamos ser de maior pertinência os protocolos descontínuos que mencionaremos linhas abaixo.

- Protocolo de teste descontínuo Metaxas et al., (2005)

O teste é iniciado a uma velocidade de 9 quilómetros por hora e uma inclinação de 0% (estádio 1) numa passadeira rolante motorizada. Os primeiros 3 minutos são mantidos a uma inclinação nula de acordo com a seguinte tabela:

Estádio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)	Tempo (min)
1	9.0	0.0	3
2	0.0	0.0	1
3	9.0	2.0	1
4	9.0	6.0	1
5	9.0	4.0	1
6	0.0	0.0	1
7	9.0	6.0	1
8	9.0	10.0	1
9	9.0	8.0	1
10	0.0	0.0	1
11	9.0	10.0	1
12	9.0	14.0	1
13	9.0	12.0	1
14	0.0	0.0	1
15	12.0	10.0	1
16	12.0	14.0	1
17	12.0	12.0	1
18	0.0	0.0	1
19	12.0	15.0	1

Quadro 5: Esquematização do Protocolo de teste descontínuo (adaptado de Metaxas et al., 2005)

- *Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante motorizada Greig et al (2005)*

Este protocolo foi baseado nas análises de Bangsbo (1994) que categorizou 8 modos de actividade baseados na velocidade de movimento durante 90 minutos correspondentes a uma partida de futebol.

Actividade	Nº de Actividades	Duração média
Parado (0 km-h ⁻¹)	122	7.8
Andar (4 km-h ⁻¹)	329	6.7
“Jogging” (8 km-h ⁻¹)	253	3.5
Corrida de baixa velocidade (12 km-h ⁻¹)	251	3.5
Corrida à retaguarda (12 km-h ⁻¹)	26	3.6
Corrida de velocidade moderada (16 km-h ⁻¹)	120	2.5
Corrida de alta velocidade (21 km-h ⁻¹)	57	2.1
“Sprint” (25 km-h ⁻¹)	19	2.0
Total	1179	4.5

Quadro 6: Número de actividades efectuadas numa partida de futebol e a duração de cada actividade (adaptado de Greig et al., 2005)

Para fornecer uma actividade “padrão” de cerca de 15 minutos, a frequência de cada tipo de actividade esta dividida em 6 momentos.

Como a passadeira rolante não consegue fornecer as mudanças bruscas de direcção características da modalidade, a corrida á retaguarda é combinada com uma baixa velocidade, ambos a 12 quilómetros por hora. Os dados relacionados com o protocolo, que mencionamos estão referidos na seguinte tabela:

Actividade	Nº de Actividades	Duração média
Parado (0 km-h ⁻¹)	20	7.8
Andar (4 km-h ⁻¹)	55	6.7
“Jogging” (8 km-h ⁻¹)	42	3.5
Corrida de baixa velocidade (12 km-h ⁻¹)	46	3.5
Corrida de velocidade moderada (16 km-h ⁻¹)	20	2.5
Corrida de alta velocidade (21 km-h ⁻¹)	56	2.1
“Sprint” (25 km-h ⁻¹)	3	2.0

Quadro 7: Conjunto de dados pertencentes ao Protocolo de teste específico para futebol em passadeira rolante (adaptado de Greig et al., 2005)

Esta serie de dados foi arbitrariamente distribuída de forma a representar a actividade de uma partida de futebol profissional (em 15 minutos de exercício).

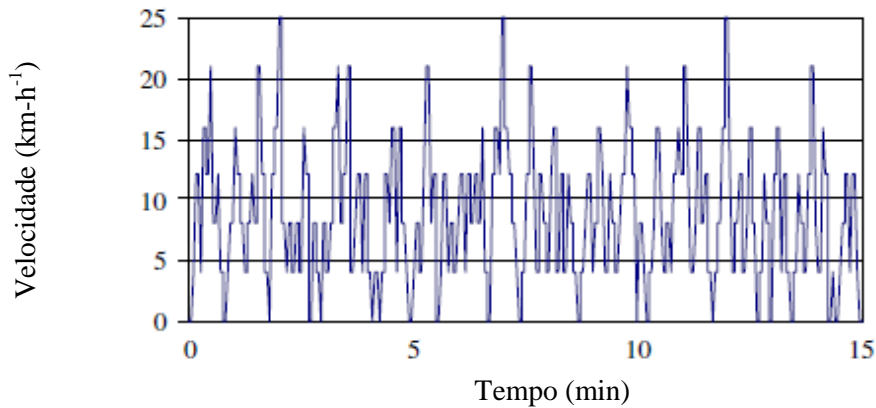


Gráfico 1: Protocolo de teste descontínuo e específico para futebol em passadeira rolante motorizada (adaptado de Greig et al., 2006)

O modelo da passadeira para toda a testagem tem como aceleração máxima 2 metros por segundo.

O protocolo utilizou uma inclinação de 2% na passadeira, de forma a reflectir os custos energéticos de uma corrida no exterior.

A actividade padrão é repetida 6 vezes, com um intervalo de 15 minutos em que o atleta se encontra sentado e parado. Os 15 minutos de actividade representa uma distancia percorrida de cerca 1,62 quilómetros, que equivale a uma distancia total percorrida de 9,72 quilómetros.

Antes de se iniciar o teste os atletas realizam um aquecimento de 30 minutos que inclui exercícios com bola, corrida de intensidade progressiva e alongamentos passivos e dinâmicos.

- Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante não motorizada Oliver et al. (2008)

O aquecimento consiste em 5 minutos de jogging na passadeira rolante não motorizada e incluiu 2 sprints de 54 segundos.

O teste tem a duração de 42 minutos, tendo sido concebido para simular o desempenho dos atletas profissionais numa “meia parte” de uma partida de Futebol.

O protocolo consiste em 3 momentos de actividade com duração de 14 minutos, interrompidos por intervalos de recuperação de 3 minutos.

O teste foi organizado em períodos de actividade repetitiva de 2 minutos, como descrevemos em seguida: 45 segundos a andar (4 quilómetros por hora); 15 segundos a velocidade cruzeiro (11 quilómetros por hora); 15 segundos parados; 40 segundos de corrida lenta – jogging (8 quilómetros por hora); 5 segundos a velocidade máxima.

Um dispositivo com monitor foi colocado à frente da passadeira para que os participantes controlassem a velocidade e em simultâneo com o feedback do assistente sempre que tivessem de mudar a velocidade.

- Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante motorizada Drust et al. (2000)

O teste é caracterizado por um exercício com actividades de intensidades diferentes, características do Futebol (por ex. andar, jogging, sprint, entre outras).

As proporções das diferentes actividades no teste foram similares às observadas por Reilly (1976).

Foi também incluído um período de recuperação estática sobre a passadeira.

As movimentações específicas do Futebol (por ex. as mudanças de direcção), não foram incluídas no teste pelas limitações técnicas do equipamento.

As velocidades padronizadas no protocolo foram as seguintes: andar (6 quilómetros por hora); jogging (12 quilómetros por hora); velocidade cruzeiro (15 quilómetros por hora); sprint (21 quilómetros por hora).

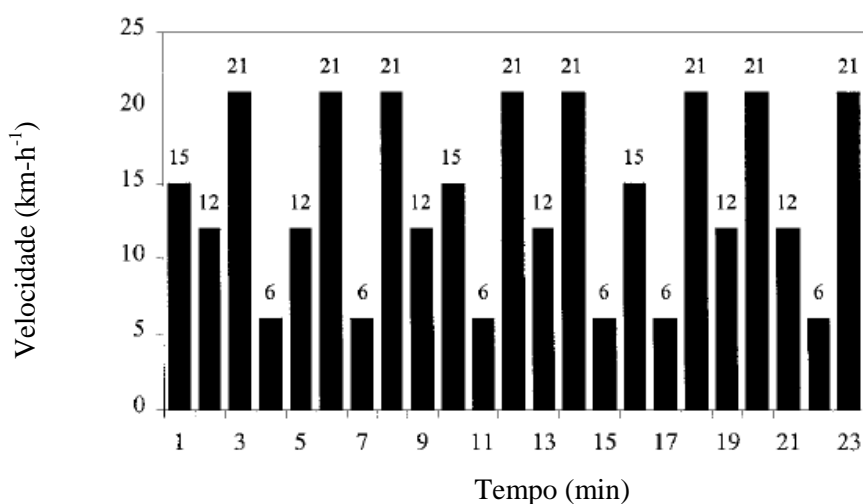


Gráfico 2: Representação diagramática de metade do Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante motorizada (adaptado de Drust et al., 2000)

O protocolo foi organizado em 2 momentos idênticos com duração de 22,5 minutos com um momento intermédio de recuperação estática de 71 segundos, duração baseada em meia parte de jogo de acordo com Reilly (1976).

A duração total do teste é de 46,11 minutos, em que cada ciclo de 22,5 minutos é caracterizado por 23 momentos de actividade: 6 momentos a andar, 6 momentos em jogging, 3 em velocidade cruzeiro e 8 em sprint. A ordem dos momentos foi feita de forma a caracterizar a natureza não cíclica do desporto em estudo. Os exercícios de alta intensidade (velocidade cruzeiro e sprint) são separados por momentos de baixa intensidade (andar e jogging).

As durações de cada momento foram baseadas na recolha de dados de Reilly (1976): andar (35,3 segundos); jogging (50,3 segundos); velocidade cruzeiro (51,4 segundos); sprint (10,5 segundos).

Em relação aos protocolos descontínuos apresentados no estudo, e dando maior relevância ao *Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante motorizada Greig et al (2005)* e também ao *Protocolo de teste descontínuo em passadeira rolante motorizada Drust et al. (2000)*, pois tem como principal principio a especificidade dos mesmos, tal como vários autores defendem (Stølen et al., 2005; Svensson e Drust, 2005; Hoff, 2005; Ekblom, 1994). Através da análise aos estudos piloto que utilizam os protocolos referidos anteriormente, conseguiu-se encontrar maiores semelhanças

relativamente aos dispêndios energéticos, entre estes tipos de metodologias e as partidas de Futebol anteriormente analisadas, em comparação com os protocolos contínuos e essas mesmas partidas de Futebol.

Contudo, existem ainda diferenças no que diz respeito à relação entre os protocolos por nós referidos e as análises às partidas de futebol. As respostas fisiológicas dos atletas a este tipo de metodologias, continua um pouco abaixo daquelas observadas nas partidas de futebol. Essa diferença poderá dever-se à impossibilidade de avaliar determinados movimentos específicos da modalidade sobre uma passadeira rolante.

São todavia, as formas de avaliação mais próximas e contextualizadas daquilo a que se resumem contemporaneamente as características do jogo.

Também nestes protocolos, o ar expirado pode ser recolhido continuamente e analisado durante todo o exercício, para determinação do consumo de oxigénio.

A média de consumo de oxigénio e a ventilação pulmonar por minuto é calculada. A Frequência Cardíaca é monitorizada continuamente. A média da Frequência Cardíaca é também calculada. As mudanças na temperatura corporal são medidas através do termómetro e sonda de temperatura rectal, com o objectivo de fornecer indicações indirectas da produção de energia, esta é recolhida antes, durante e imediatamente depois do exercício.

- Protocolo de teste - McMorris e Keen, (1994)

Inicialmente os atletas são colocados no cicloergómetro de pernas 5 minutos antes de o teste ser efectuado, tomando-se este momento como a fase de repouso (após um minuto de repouso sobre o cicloergómetro).

Os atletas começam o teste com uma resistência de 0,5 quilos, a cada 2 minutos é adicionado 0,4 quilos. São dadas instruções para que os atletas pedalem numa cadência de 70 $\text{ver} \cdot \text{min}^{-1}$ (a cadência é também gravada a cada 2 minutos). O teste termina quando o atleta é incapaz de manter a cadência anteriormente referida.

- *Protocolo de teste contínuo Wassermann e tal. (1999)*

Após 5 minutos de aquecimento, os atletas são orientados para que mantenham, até completar o teste, uma frequência de pedalada superior a 60 rotações por minuto (cicloergómetro de pernas), com uma carga inicial de 40 watts. Por cada minuto que passa, observa-se um incremento na carga de cerca de 25 watts, até que o trabalho realizado seja correspondente ao consumo máximo de oxigénio. Como em todos os outros testes, a avaliação termina quando o atleta é incapaz de manter a cadência anteriormente referida.

- *Teste de 6 minutos em cicloergómetro de pernas de Astrand*

Inicialmente o cicloergómetro deve ser ajustado às dimensões do atleta (ajusta-se o selim e o guiador).

Selecciona-se a carga para iniciar o exercício, de acordo com a tabela seguinte:

Idade	Homem (Watt)	Mulher (Watt)
Menos de 35	100-150	100-125
35-55	100-125	75-100
Mais de 55	75-100	50-75

Quadro 8: Selecção da carga para o teste de 6 minutos em cicloergómetro de pernas de Astrand

Independentemente de se usar cargas inferiores ou superiores ao que a tabela indica, é perfeitamente normal pois a carga está directamente relacionada com o peso e nível físico do atleta. As cargas seleccionadas deverão elevar a pulsação entre 130-160 batimentos por minuto.

Durante os 6 minutos de teste o atleta deve pedalar nas 60 rotações por minuto, sempre na carga escolhida inicialmente, sendo a pulsação recolhida a cada minuto, devendo encontrar-se estabilizada entre 130-160 batimentos por minuto.

Caso o atleta não consiga estabilizar a pulsação nos primeiros 2 minutos, deverá ajustar a carga adicionando 25 watts para o restante exercício.

No final dos 6 minutos de teste, a pulsação e a potência de carga são gravadas. Utilizando o nomograma de Astrand-Ryhming determina-se o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx).

Multiplica-se então o valor de consumo de oxigénio (VO_2) por 1000 e de seguida divide-se pelo peso (kg), de forma a determinar o VO_2 máx.

Colocamos os protocolos que utilizam o cicloergómetro de pernas como instrumento para chegar ao VO_2 máx, pelo facto de considerar-mos os métodos avaliativos mais descontextualizados de todos aqueles que foram apresentados. Como temos vindo a referir, parece-nos extremamente importante a aproximação do exercício de teste à realidade desportiva, por isso consideramos que a acção de pedalar afasta-se de alguma forma da acção de correr (sem considerar as múltiplas acções relacionadas com a corrida que podemos observar numa partida de Futebol).

Na nossa opinião, a presente utilização deste tipo de protocolos, prende-se pelo facto da acção de pedalar facilitar o acesso a determinados dados, como é o caso das recolhas sanguíneas, para determinação do limiar anaeróbio por exemplo e também a utilização do esfigmomanómetro para determinar a Pressão Sistólica e Pressão Diastólica.

4.3.2.2. Capacidade Anaeróbia

- Teste Wingate 30-segundos (WANT)

Desenvolvido durante a década de 1970 no Instituto Wingate em Israel. Foi o mais popular teste anaeróbio até à actualidade, mas por ser realizado em cicloergómetro é mais específico para desportos cíclicos, fugindo um pouco às características do Futebol.

O atleta efectua primeiramente um aquecimento já no cicloergómetro de pernas, durante alguns minutos (entre 3 a 10 minutos normalmente), de acordo com Vanderford, (2004); Kalinski, (2002); Thomas, (2002) e Bar-Or, (1987). Relativamente ao teste propriamente dito, é pedido ao atleta que pedale o mais veloz possível durante

30 segundos. Nos primeiros segunda (cerca de 4 segundos), a resistência da carga é ajustada a um nível pré-determinado, ou seja, 0,075 quilogramas por cada quilograma de massa corporal (cicloergómetro Monark). Por exemplo, um atleta com 75 quilos teria uma resistência de carga de 5,625 (75 quilos x 0,075). Contudo estes valores podem aumentar quando falamos de atletas de alta competição (1,0 – 1,3 quilos por cada quilo de massa corporal). Já no cicloergómetro Fleisch a resistência é pré-determinada tendo em conta que 0,045 quilogramas está para cada quilograma de massa corporal.

Algumas das medidas que podem ser adquiridas a partir deste teste são: Mean Power (MP), ou seja, Potência Média; Peak Power (PP), como o próprio nome indica o Pico de Potência (idealmente medido nos primeiros 5 segundos de exercício, expresso em watts), é calculada através da seguinte fórmula: $PP = \text{Força} \times \text{Distância}$; Relative Peak Power (RPP), Pico de Potência Relativo, que é determinado dividindo-se PP pelo peso corporal (kg) e expresso em W/kg; Fadiga Anaeróbia (AF), que representa a capacidade total de produção de Adenosina Trifosfato (ATP) dos sistemas energéticos de curto prazo. AF prevê a diminuição na percentagem de potência e é calculado da seguinte forma: $AF = ((\text{o mais alto PP no intervalo de 5 segundos} - \text{o mais baixo PP no intervalo de 5 segundos}) \div (\text{o mais alto PP o intervalo de 5 segundos})) \times 100$; Capacidade Anaeróbia (AC), que significa o trabalho total cumprido nos 30 segundos e é calculado das seguintes formas:

- $AC = \text{Soma dos PP's dos intervalos de 5 segundos}$
- $AC = \text{Força} \times \text{Distância total percorrida em 30 segundos}$

- Teste de Cunningham e Faulkner

Inicialmente o atleta realiza um aquecimento na passadeira rolante motorizada, durante alguns minutos (5 minutos em média), a cerca de 10 quilómetros por hora com 0% de inclinação. É também habitual efectuar-se, antes do teste, algumas repetições na passadeira à velocidade do teste, para permitir uma maior familiarização do atleta ao teste. Após um pequeno período de recuperação, onde se pode realizar alguns alongamentos, momento necessário para remoção de alguma fadiga que possa surgir no aquecimento. A passadeira é então fixada a uma velocidade de 12,9 quilómetros por hora e uma inclinação de 20%. O teste é iniciado quando o atleta começa a correr sem o

apoio do corrimão e termina quando o mesmo se apoia no corrimão. O teste continua até à exaustão, até ao momento que o atleta é incapaz de manter a velocidade solicitada. Durante todo o teste o assistente deverá manter o atleta motivado, dando-lhe fortes encorajamentos.

O tempo total completado antes da exaustão é considerado o resultado. Utiliza-se também este teste para efectuar outras recolhas, como por exemplo a concentração lactato sanguíneo (no final do teste).

A referência a apenas estes dois testes, como representantes da capacidade anaeróbia, está relacionada com as pesquisas à revisão da literatura relacionada, que indica estes dois protocolos como as principais formas de avaliação desta capacidade no Futebol. A nossa opinião, e na linha daquilo que temos vindo a referir, consideramos que o *Teste de Cunningham e Faulkner*, demonstra ser mais representativo da modalidade em causa, pela utilização do padrão motor da corrida como forma de consecução do exercício de teste.

5. Bibliografía

Ascensão A., Rebelo A., Oliveira E., Marques F., Pereira L., Magalhães J. (2008) Biochemical impact of a soccer match — analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery, *Clinical Biochemistry* 41: 841 – 851

Badillo J. J. G., Ayestarán E. G., (1997) *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo, 2ª edición*, Inde Publicaciones, Barcelona

Baltzopoulos V., Brodie D. A., (1989) Isokinetic Dynamometry Applications and Limitations, *Sports Medicine*, 8 (2): 101-116

Bangsbo J., Mohr M., Krstrup P., (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player, *Journal of Sports Sciences*, 24:7, 665 — 674

Barata, Themudo et al (1997) *Actividade Física e Medicina Moderna*, 1ª edição, Europress

Barthélemy L., Sebert P., Vandermarcq Y., (1992) Qualités athlétiques et adaptation à l'effort de jeunes footballeurs, *Médecine du Sport*, T – 66, N° 2, 60-65

Branderberger, G., et al., (1995). Parathyroid function in cardiac transplant patients: evaluation during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 70: 401-6.

Bosco C., (2000) *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*, Inde Publicaciones, Barcelona

Bosco C., (1994) *Aspectos Fisiológicos de la Preparación Física del Futbolista*, Editorial Paidotribo, Barcelona

Can F., Yilmaz I., Erden Z., (2004), Morphological characteristics and performance variables of women soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18: 3, 480 – 485

Casajus J. A., Castagna C., (2007) Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages, *J Sci Med Sport*, 10: 382—389

Castagna C., Impellizzeri F. M., Chamari K., Carlomagno D., Rampinini E. (2006) Aerobic Fitness and Yo-Yo Continuous and Intermittent Tests Performances in Soccer Players: A Correlation Study, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20: 320-325

Christou, Smilios, Sotiropoulos et al., (2006) Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20:4, 783-791

Correia, Pedro Pezarat e outros (2001) *Anatomofisiologia – Funções da Vida Orgânica Interna, Tomo III*, Cruz Quebrada: FMH Edições

Dauty M., Josse M. P. (2004) Correlations and differences of performance between soccer players, professionals, young players and amateurs, from the 10-meter sprint test and knee isokinetic assessment, *Science & Sports*, 19: 75–79

Drust B., Reilly T., Cable N. T., (2000) Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise, *Journal of Sports Sciences*, 18: 885 - 892

Dupont G, et al. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de Montréal Track Test: Relation with a high-intensity intermittent exercise. *J Sci Med Sport* (2009), doi:[10.1016](https://doi.org/10.1016)

Eklblom B., (1994) *Handbook of Sports Medicine and Science. Football (Soccer)*, Blackwell Scientific Publications, Editorial Offices

Figueiredo A. J., Gonçalves C. E., Coelho E S., Manuel J. and Malina, R. M., (2009) Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation, *Annals of Human Biology*, 36:1, 60 — 73

Fornaris E., Vankersschaver J., Vanuxem H., Commandré H., Vanuxem P., (1989) Football. Aspects énergétiques, *Médecine du Sport*, T – 63, N° 1, 32-36

Foss M. L., Keteyian S. J., (2000) *Fox Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte, 6ª edição*, Editora Guanabara koogan S. A., Rio de Janeiro

Fox S. I., (2008) *Human Physiology, Tenth Edition*, McGraw – Hill International Edition, New York

Gil S. M., Gil J., Ruiz F., Irazusta A., Irazusta J., (2007) Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21: 2, 438 - 445

Gioftsidou A., Ispirlidis I., Pafis G., Malliou P., Bikos C., Godolias G., (2008) Isokinetic strength training program for muscular imbalances in professional soccer players, *Sport Sci Health*, 2: 101–105

Gissis I., Papadopoulos C., Kalapotharakos V. I., Sotiropoulos, A., Komsis G., Manolopoulos E., (2006) Strength and Speed Characteristics of Elite, Subelite, and Recreational Young Soccer Players, *Research in Sports Medicine*, 14:3, 205 — 214

Gomes P., (1993) Documentação da disciplina de Fisiologia do Treino do 1º Mestrado em Treino do Jovem Atleta, F.M.H. – U.T.L.

Gomes P., (1985) Alguns aspectos do controlo do treino em nadadores de alta competição, *Motricidade Humana*, Vol. 1, Nº 1, Janeiro/Maio, Pág. 89-101, U.T.L. – F.M.H.

Greig M., (2009) The influence of soccer-specific activity on the kinematics of an agility sprint, *European Journal of Sport Science*, 9:1, 23 — 33

Greig M., Walker-Johnson C. (2007) The influence of soccer-specific fatigue on functional stability, *Physical Therapy in Sport* 8: 185 – 190

Greig M. P., Naughton, L. R. Mc., Lovell R. J. (2006) Physiological and Mechanical Response to Soccer-Specific Intermittent Activity and Steady-State Activity, *Research in Sports Medicine*, 14: 1, 29 — 52

Gregson W. A., Batterham A., Drust B., Cable N. T., (2005) The influence of pre-warming on the physiological responses to prolonged intermittent exercise, *Journal of Sports Sciences*, 23:5, 455 — 464

Grosser M., Starischka S., Zimmermann E., (1988) *Princípios del entrenamiento deportivo*, Deportes Técnicas, Ediciones Martínez Roca, Barcelona

Guyton A., Hall J., (1998) *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças 6ª edição*, Editora Guanabara koogan S. A., Rio de Janeiro

Hart J. M., Garrison J. C., Kerrigan D. C., Palmieri-Smith R., Ingersoll C. D. (2007) Gender Differences in Gluteus Medius Muscle Activity Exist in Soccer Players Performing a Forward Jump, *Research in Sports Medicine*, 15:2, 147 — 155

Hill-Haas, Stephen V., Dawson, Brian T., Coutts, Aaron J., Rowsell, Greg J. (2009) Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players, *Journal of Sports Sciences*, 27: 1, 1 — 8

Hoff J., (2005) Training and testing physical capacities for elite soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 23:6, 573— 582

Hoshikawa Y., Iida T., Muramatsu M., Nakajima Y., Fukunaga T., Kanehisa, H. (2009) Differences in thigh muscularity and dynamic torque between junior and senior soccer players', *Journal of Sports Sciences*, 27:2, 129 — 138

Impellizeri F. M., Rampinini E., Marcora S. M., (2005) Physiological assessment of aerobic training in soccer; *Journal of Sports Sciences*, 23(6): 583 – 592

Kalinski M., Norkowski H., Matthew S. K., Włodzimierz G. T. (2002) Anaerobic power characteristics of elite athletes in national level team-sport games, *European Journal of Sport Science*, 2:3,1 — 21

Kelly D. M., Drust B., (2008), The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players, *J Sci Med Sport*, doi: 10.1016

Kirkendall D. T., Leiper J. B., Zakia B., Dvorak J., Zerguini Y., (2008) The influence of Ramadan on physical performance measures in young Muslim footballers, *Journal of Sports Sciences*, 26:1, S15 — S27

Landry S. C., et al., (2008) Gender differences exist in neuromuscular control patterns during the pre-contact and early stance phase of an unanticipated side-cut and cross-cut maneuver in 15–18 years old adolescent soccer players, *J Electromyogr Kinesiol*, doi: 10.1016

Le Gall F, et al. (2008) Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport*, doi: 10.1016

Le Gall F., Beillot J., Rochcongar P., (2002) Évolution de la puissance maximale anaérobie au cours de la croissance chez le footballeur, *Science & Sports*, 17: 177-88

Lima M. A., Silva V. F., Correlation between force resistance and flexibility of amateur soccer players' posterior thigh muscles, (2006) *Fit Perf. J.*, 5 (6).

Little T., Williams A. G., (2006) Suitability of soccer training drills for endurance training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20: 2, 316 – 319

Little T., Williams A. G., (2005) Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19:1, 76 – 78

Mcgregor S. J., Nicholas C. W., Lakomy H.K.A., Williams C., (1999) The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill, *Journal of Sports Sciences*, 17, 895 – 903

Mcmorris T., Myers S., Macgillivray W. W., Sexsmith J. R., Fallowfield J., Graydon J., Forster D. (1999) Exercise, plasma catecholamine concentrations and decision-making performance of soccer players on a soccer-specific test, *Journal of Sports Sciences*, 17, 667 - 676

Mcmorris T., Graydon J., (1997) The effect of exercise on cognitive performance in soccer-specific tests, *Journal of Sports Sciences*, 15, 459 – 468

Micu E. et al. (2007) Lack of improvement in aerobic parameters after a 10 months interval training in professional soccer players, *Science & Sports*, 22: 173–175

Miller T. A., Thierry-Aguilera R., Congleton J. J. et al., (2007) Seasonal changes in VO₂max among division 1 collegiate women soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21:1, 48 – 51

Mohr M., Krstrup P., Bangsbo J. (2005) Fatigue in soccer: A brief review, *Journal of Sports Sciences*, 23:6,593 — 599

Mujika I., Santisteban J., Impellizzeri F. M., Castagna C. (2009) Fitness determinants of success in men's and women's football, *Journal of Sports Sciences*, 27:2,107 — 114

Nicholas C. W., Nuttall F. E., Williams C., (2000) The Loughborough Intermittent Shuttle Test: A field test that simulates the activity pattern of soccer, *Journal of Sports Sciences*, 18, 97 - 104

Oliver J., Armstrong N., Williams C., (2007) Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise, *Journal of Sports Sciences*, 26:2, 141 — 148

Ostenberg A, Roos E, Ekdahl C, Roos H. (1998) Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 8: 257-264.

Ostojic S. M., (2006) Yohimbine: The Effects on Body Composition and Exercise Performance in Soccer Players, *Research in Sports Medicine*, 14:4, 289 — 299

Ostojic, S. M. (2004) Elite and Nonelite Soccer Players: Preseasonal Physical and Physiological Characteristics, *Research in Sports Medicine*, 12:2, 143 — 150

Ozcaldiran B., (2008) Knee flexibility and knee muscles isokinetic strength in swimmers and soccer players, *Isokinetics and Exercise Science*, 16: 55–59

Philippaerts R. M. et al., (2006) The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 24 (3): 221 – 230

Polman R., Walsh D., Bloomfield J., Nesti M., (2004) Effective conditioning of female soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 22:2, 191 — 203

Proença J., (1985) Controlo do Treino: Necessidade ou emergência?, *revista Horizonte*, Vol. II, Nº 8, Julho-Agosto, Pág. 52-54

Rahnamayz N., Leesy A., Bambaecichiz E. (2005) A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48:11, 1568 — 1575

Reilly T., Morris T., Whyte G., (2009) The specificity of training prescription and physiological assessment: A review, *Journal of Sports Sciences*, 27:6, 575 — 589

Reilly T., Atkinson G., Edwards B., Waterhouse J., Farrelly K., Fairhurst E., (2007) Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer), *Chronobiology International*, 24(3): 507–519

Reilly T., (2005) An ergonomics model of the soccer training process, *Journal of Sports Sciences*, 23:6, 561 — 572

Reilly T., Bangsbo J., Franks A., (2000) Anthropometric and physiological predispositions forelite soccer, *Journal of Sports Sciences*, 2000, 18, 669 – 683

Reilly T., (1996) *Science and Soccer*, Published by E & FN Spon, Chapman & Hall, London

Silva A. S. R. et al. (2008) Psychological, biochemical and physiological responses of Brazilian soccer players during a training program, *Science & Sports*, 23: 66 – 72

Silvestre R., Kraemer W. J., West C., Judelson D. A., Spiering B. A., Vingren J. L., Hatfield D. L., Anderson J. M., Maresh C. M. (2006) Body composition and physical performance during a national collegiate athletic association division I men's soccer season, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20: 962-970

Stølen T., Chamari K. Castagna C., Wisløff U., (2005) Physiology of Soccer An Update, *Sports Med*, 35 (6): 501 – 536

Svensson M., Drust, B., (2005) Testing soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 23:6, 601 — 618

Tessitore, Antonio, Meeusen, Romain, Tiberi, Monica, Cortis, Cristina, Pagano, Rita and Capranica, Laura (2005) Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players', *Ergonomics*, 48:11, 1365 — 1377

Thomas, Camille, Plowman, Sharon A. and Looney, Marilyn A. (2002) Reliability and Validity of the Anaerobic Speed Test and the Field Anaerobic Shuttle Test for Measuring Anaerobic Work Capacity in Soccer Players, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6: 3, 187 — 205

Thomas I. M., Nikolaos A. K., Evangelia J. K., Asterios P. D., (2005) Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19:1, 79-84

Valdivielso F. N., (1998) *La Resistencia*, Colección Entrenamiento Deportivo, Gymnos Editorial Deportiva, Madrid

Vander A., Sherman J., Luciano D., (2001) *Human Physiology. The Mecanisms of Body Function*, 8th ed, McGrawHill Higher Education

Vanderford, Meyers, Skelly et al., (2004) Physiological and sport-specific skill response of Olympic youth soccer athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18: 2, 334 – 342

Vilas-Boas J., (1989) Bases de controlo do treino em Natação, *revista Natação*, Vol. I, Nº 4, Janeiro, Pág. 29-35

Weineck J., (2003) *Treinamento Ideal*, 9ª edição, Editora Manole Ltda, Tamboré

Weineck J., (1994) *Fútbol total*, Vol. I e II, Editorial Paidotribo, Barcelona

Zakas A., Galazoulas C., Doganis G., Zakas N. (2006) Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players, *Isokinetics and Exercise Science*, 14: 357–362