

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

**AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA ANAERÓBIA - RELAÇÃO ENTRE A
VELOCIDADE DE CORRIDA E OS TESTES DE FORÇA-
VELOCIDADE, WINGATE E IMPULSÃO VERTICAL**

Carla Patrícia Fonseca de Sousa

Coimbra

2003/2004

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

**AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA ANAERÓBIA - RELAÇÃO ENTRE A
VELOCIDADE DE CORRIDA E OS TESTES DE FORÇA-
VELOCIDADE, WINGATE E IMPULSÃO VERTICAL**

Carla Patrícia Fonseca de Sousa

Coimbra

2003/2004

AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA ANAERÓBIA - RELAÇÃO ENTRE A VELOCIDADE DE CORRIDA E OS TESTES DE FORÇA-VELOCIDADE, WINGATE E IMPULSÃO VERTICAL

Monografia de Licenciatura realizada
no âmbito da Fisiologia do Exercício/
Vias Anaeróbicas e Fadiga

Ano Lectivo 2003/2004

COORDENADOR

Prof. Doutor Fontes Ribeiro

ORIENTADOR

Mestre Amândio Santos

ÍNDICE

ÌNDICE DE FIGURAS	I
ÌNDICE DE QUADROS	II
ÌNDICE DE QUADROS	II
ÌNDICE DE GRÁFICOS	IV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	V
AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1. OBJECTIVOS DO ESTUDO.....	2
2. PERTINÊNCIA DO ESTUDO	2
CAPÍTULO II.....	4
REVISÃO DA LITERATURA	4
1. ENERGIA.....	4
2. VIAS ENERGÉTICAS	5
2.1. VIA ANAERÓBIA ALÁCTICA / SISTEMA DE ATP – FC - ENERGIA IMEDIATA.....	6
2.2. VIA ANAERÓBIA LÁCTICA / GLICÓLISE - SISTEMA DE ENERGIA A CURTO PRAZO	7
2.3. VIA AERÓBIA / CICLO DE KREBS E CADEIA DE TRANSPORTE DE ELECTRÕES - SISTEMA DE ENERGIA A LONGO PRAZO.....	11
3. Performance Anaeróbia – Potência e Capacidade Anaeróbia	16
3.1. Teste de Potência e Capacidade Anaeróbia.....	17
3.1.1. Teste em Cicloergómetro.....	18
3.1.1.1. Teste de Força - Velocidade	18
3.1.1.2. Teste de Wingate	19
3.1.2. Teste de Impulsão Vertical	21
3.1.3. Teste de Sprint	23
CAPÍTULO III	26
METODOLOGIA.....	26
1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	26

2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
2.1.	MEDIÇÕES ANTROPOMÉTRICAS.....	27
2.1.1.	Massa Corporal.....	27
2.1.2.	Estatura e altura sentado	28
2.1.3.	Pregas de adiposidade subcutânea (“skinfolds”).....	28
2.1.3.1.	Membro Superior.....	29
2.1.3.2.	Tronco.....	29
2.1.3.3.	Membro Inferior:	29
2.1.3.3.1.	Coxa.....	29
2.1.3.3.2.	Perna	29
2.2.	MEDIÇÕES COMPOSTAS.....	30
2.2.1.	Composição Corporal	30
2.2.2.	Índice de Massa Corporal	30
3.	TESTES ANAERÓBIOS: PROTOCOLOS - CONDUÇÃO	31
3.1.	Testes de Força – Velocidade.....	31
3.2.	Teste de Wingate	33
3.3.	Teste de Impulsão de Vertical	35
3.3.1.	Squat Jump (SQJ).....	35
3.3.2.	Countermovement Jump (CMJ)	36
3.3.3.	Multijump 15’’	36
3.4.	Sprints 40m.....	37
4.	ANÁLISE DOS DADOS E ESTATÍSTICA.....	39
4.1.	Variáveis obtidas	39
4.1.1.	Teste de Força – Velocidade	39
4.1.2.	Teste de Wingate	39
4.1.3.	Teste de Impulsão Vertical.....	40
4.1.4.	Teste Sprint 40 metros.....	40
4.2.	Técnicas Estatísticas Utilizadas.....	40
4.2.1.	Estatística Descritiva	40
4.2.2.	Correlações	41
CAPÍTULO IV		42
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....		42
1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	42

2. CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DOS TESTES F-V, WINGATE E IMPULSÃO VERTICAL	43
3. CORRELAÇÕES	45
3.1. Correlações dos resultados obtidos com as variáveis antropométricas ..	45
3.2. Teste Wingate / Teste Sprint 40m	48
3.3. Teste Impulsão Vertical - MJ / Teste Sprint 40m.....	49
3.4. Teste Impulsão Vertical - MJ / Teste Sprint 40m.....	49
3.5. Teste Impulsão Vertical - MJ / Teste Sprint 40m.....	50
CAPÍTULO V	51
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	51
Variáveis Antropométricas	51
Teste sprint 40m e as Variáveis Anaeróbias.....	52
CAPÍTULO VI.....	55
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	55
1. Conclusões.....	55
2. Sugestões e Recomendações	56
Bibliografia.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1: Hidrólise da molécula de ATP (McArdle et al., 1998).	4
Fig. 2: Contribuição relativa de cada uma das vias energéticas em função do tempo e duração do exercício.	5
Fig. 3: Sequência de reacções químicas responsáveis pela Glicólise (Adaptado de Guyton & Hall, 1998).	8
Fig. 4: Ciclo de Cori (Adaptado de Powers & Howley, 1997).	10
Fig. 5: Compostos, enzimas e reacções envolvidas no Ciclo de Krebs. Formação de 3 moléculas de NADH e 1 molécula de FADH por cada ciclo. (Adaptado por Powers & Howley, 1997).	13
Fig. 6: Fórmulas para o cálculo da Potência (P) gerada no sprint, a partir da Velocidade Média (V) e da Força, que neste caso corresponde ao peso do indivíduo. A velocidade é calculada dividindo a distância horizontal percorrida (Dh) pelo tempo (T).	23
Fig.7: Balança Digital Seca, modelo 770.	28
Fig.8: Cicloergómetro Monark 834E, utilizado na realização do teste F-V e WAnT....	31
Fig.9: Sequência de Alongamentos realizada durante o período de flexibilidade do aquecimento dos testes Força-Velocidade, Wingate, Impulsão Vertical e Sprint 40m.	32
Fig.10: Realização do teste Impulsão Vertical- Squat Jump (posição Inicial).	35
Fig.11: realização do teste de Impulsão Vertical (CMJ e MJ), posição inicial e final. ...	37
Fig.12: Realização do teste de Sprint 40m. Após o sinal de partida, o sujeito corre à velocidade máxima até atingir os 40m.	38

ÍNDICE DE QUADROS

- Quadro 1- Testes de avaliação da potência e capacidade dos sistemas anaeróbias (PAnM - potência anaeróbia máxima; PM – potência mecânica). 17
- Quadro 2: Escala de classificação dos indivíduos pelo Índice de Massa Corporal..... 30
- Quadro 3: Valores médios e respectivos desvios-padrão (média ± desvio padrão) da amostra relativamente à Idade, Estatura, Altura Sentado, Comprimento do Membro Inferior. N representa o número de sujeitos que constituem a amostra..... 42
- Quadro 4: Valores médios e respectivos desvios-padrão (média ± desvio padrão) dos sujeitos da amostra relativamente à Massa Corporal, Somatório das Pregas (Tricipital, Subscapular, Crural e Geminal), Índice de massa Corporal e Volume Magro do Membro Inferior (L). N é o número de sujeitos que compõe a amostra.42
- Quadro 5: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média ± desvio padrão) das variáveis PAnM óptima absoluta (OPP-abs), a PAnM óptimo relativo (OPP-rel) em que n corresponde ao número de sujeitos que compõem a amostra; OPP-abs – é a PAnM óptima absoluta (W); OPP-rel – é a PAnM óptima relativa (W/Kg)..... 43
- Quadro 6: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média ± desvio padrão) para a potência anaeróbia máxima (PAnM), capacidade anaeróbia (CA), em termos absolutos e relativos, a carga utilizada, obtidos pelo teste Wingate (carga $0,075 \text{ Kg.Kg}^{-1}\text{MC}$)..... 43
- Quadro 7: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média ± desvio padrão) para a variável tempo de voo em dois testes de Impulsão Vertical (SQJ e CMJ) e as variáveis potência média (W), tempo de voo (tv) e altura do centro de gravidade obtidas no teste multijump (15 seg). 44
- Quadro 8: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média ± desvio padrão) para a variável tempo nos sprints 40m. 44

Quadro 9: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste F-V com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m ²)).....	45
Quadro 10: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste Wingate com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m ²)).	45
Quadro 11: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Impulsão Vertical (SQJ, CMJ, MJ) com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m ²)).....	46
Quadro 12: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Sprint 40m com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC (Kg/m ²)).	47
Quadro 13: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Sprint 40m (tempo) com as respectivas variáveis dos testes laboratoriais Anaeróbios.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1: Correlação entre as variáveis Peak Power (W) (WAnT) e tempo (s) (Sprint 40m).....	48
Gráfico2: Correlação entre as variáveis Potência Média (W) (MJ) e tempo (s) (Sprint 40m).....	49
Gráfico3: Correlação entre as variáveis tempo de voo (s) (MJ) e tempo (s) (Sprint 40m).	49
Gráfico4: Correlação entre as variáveis Peak Power (W) (WAnT) e tempo (s) (Sprint 40m).....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

- (ATP) – Trifosfato de Adenosina
- (ADP) – Difosfato de Adenosina
- (CMJ) – Teste Coutermovement Jump
- (FC) – Fosfato de Creatina
- (SD) – Desvio Padrão
- (F – V) – Teste Força – Velocidade
- (FAD) – Flavina Adenina Dinucleotídio
- (FADH₂) - Flavina Adenina Dinucleotídio Reduzido
- (MC) – Massa Corporal
- (M) – Média
- (m) – Metros
- (MJ) – Teste Multijump
- (n) – Número de Indivíduos
- (NAD⁺) – Nicotinamida Adenina Dinucleotídio
- (NADH) - Nicotinamida Adenina Dinucleotídio Reduzido
- (PP) – Potência Anaeróbia Máxima
- (PanM) - Potência Anaeróbia Máxima
- (Pi) – Ião Fosfato
- (RPM) – Rotações por Minuto
- (s) – Segundos
- (SQJ) – Squat jump
- (tv) – Tempo de voo
- (WAnt) – Teste de Wingate

AGRADECIMENTOS

Terminando este trabalho e o respectivo curso, quero expressar os meus agradecimentos a todos os que directa e indirectamente me proporcionaram realizar este trabalho.

Ao Professor Doutor Fontes Ribeiro por todo o conhecimento transmitido ao longo do curso.

Ao Mestre Amândio Santos pela orientação, compreensão e espírito de sacrifício ao longo deste seminário.

Aos professores da Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, por todo o conhecimento transmitido nas diferentes áreas ao longo do curso.

À Doutora Fátima Rosado por toda a ajuda prestada no laboratório.

Aos meus colegas de curso pelas experiências boas e menos boas vividas.

Aos alunos do 2º ano (2003/2004) da FCDEF-UC que participaram neste estudo, por toda a dedicação e empenho e espírito de sacrifício durante a realização dos testes.

À minha FAMÍLIA, papá, mamã e à minha irmã Sofia, pelo vosso apoio que nunca me faltou, pela vossa paciência e compreensão e, fundamentalmente pelo vosso amor.

Ao José Pedro por tudo....

A vocês dedico esta licenciatura.

A todos, deixo o meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O presente estudo teve como objectivo verificar a relação da velocidade de corrida (teste de campo-Sprint 40m) com os parâmetros anaeróbios obtidos nos testes laboratoriais anaeróbios, designadamente teste Força – Velocidade, teste de Wingate e Impulsão Vertical.

A amostra do estudo foi constituída por onze sujeitos do sexo masculino, estudantes do 2º ano do Curso Ciências do Desporto e Educação Física, praticantes de actividade física regular e/ou envolvidos numa modalidade desportiva. Estes sujeitos submeteram-se à realização de quatro testes que compreendem o estudo: **1)** teste Força-Velocidade; **2)** teste de Wingate; **3)** teste de Impulsão Vertical (Squat Jump, Coutermovement Jump e Multijump 15'') e **4)** teste de Sprint 40m. Estes testes permitiram aceder às seguintes variáveis: **1)** potência anaeróbia óptima máxima em termos absolutos e relativos; **2)** potência anaeróbia máxima "*peak power*" e capacidade anaeróbia "*mean power*" em termos absolutos e relativos; **3)** o tempo de voo para os três protocolos de Impulsão Vertical e a potência média e altura do centro de gravidade no protocolo de Multijump e **4)** o tempo de corrida. As sessões desenvolveram-se em dois momentos distintos e em dias diferentes para cada sujeito. A análise estatística foi realizada através da correlação de Produto Momento de *Pearson* com significado estatístico de 0,01 e 0,05 avaliando a relação entre as variáveis consideradas no estudo.

Os resultados obtidos revelaram que apenas duas variáveis se correlacionam com o tempo de corrida, designadamente o "*peak power*" (W) do teste de Wingate ($r=0,677$, $p<0,05$), e as variáveis consideradas para os testes de Impulsão Vertical - Multijump, o tempo de voo ($r=-,747$, $p<0,01$), altura do centro de gravidade ($r=-,743$ $p<0,01$), e potência média ($r=-,673$ $p<0,05$). As correlações encontradas poderão ser justificadas quanto à variável "*peak power*" (W) do teste de Wingate pelo gasto energético das reservas musculares que se traduziram na potência gerada pelos membros inferiores de que depende a corrida e ainda, relativamente ao teste de Impulsão Vertical, por os sujeitos terem de transportar o seu peso e pela força explosiva e componente elástica que exige esta acção motora. Relativamente às restantes variáveis apresentadas no estudo não foram encontradas correlações com significado estatístico de 0,01 e 0,05. Neste sentido, a análise de resultados sugerem que existem para cada um

dos protocolos diferentes solicitações e exigências que lhes conferem um carácter específico a considerar aquando da avaliação correcta de determinada performance.

As modalidades desportivas apresentam deste modo características próprias, cuja a selecção de um protocolo de avaliação deve ter em conta o tipo de exercício realizado bem como a sua especificidade (simulação do gesto e intervenção dos mesmos grupos musculares), caso contrário poderemos estar a seleccionar atletas segundo critérios que pouco têm a ver com a realidade da modalidade.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A corrida constitui uma acção motora que serve muitas actividades físicas e desportivas, sendo talvez a capacidade motora mais importante dos pressupostos do rendimento desportivo (Vieira, 1996).

Um dos factores que lhe merece maior destaque é a velocidade, pelo que na prática desportiva esta capacidade motora modifica-se em função das características em causa, traduzindo-se na maior parte das vezes, na alteração de ritmos de corrida. Assim, em diferentes momentos, a velocidade máxima de uma zona para a outra é permanentemente solicitada.

A performance na corrida envolve indubitavelmente a potência muscular, a componente elástica dos membros inferiores, sendo estas duas variáveis determinantes na performance de corrida durante a corrida à máxima velocidade.

Deste modo, muitas das modalidades desportivas são caracterizadas por esforços de características intermitentes, com episódios de curta duração suportados pelas vias metabólicas anaeróbias.

Segundo Brooks (2000), a via dos fosfagénios predomina nos movimentos de força e potência que se caracterizam por esforços máximos e imediatos por vários segundos (≤ 15 seg). A componente força destes movimentos depende também, da massa muscular e do recrutamento neuromuscular.

As medidas de potência e capacidade anaeróbia obtidas através de teste laboratoriais tornam-se relevantes para os atletas cujos os desportos dependem de uma contribuição significativa de uma ou ambas as vias as vias metabólicas anaeróbias (via aláctica e láctica). No entanto, estes testes são considerados ainda de maior importância quando simulam o actual modo de exercício de uma modalidade desportiva e envolvem o músculo ou grupo de músculos responsáveis pelo movimento de determinada modalidade.

Neste sentido, as variáveis potência, força e as medidas antropométricas, têm sido utilizadas para obter a performance atlética em vários desportos. Com este estudo, pretendemos verificar qual dos protocolos de testes anaeróbios apresentados se relaciona com a velocidade máxima de corrida (pelo tempo (s)), através das variáveis

“*peak power*”, “*mean power*” em termos absolutos e relativos nos testes de F-V e WAnt, tempo de voo, especificamente para os protocolos de Impulsão Vertical, potência média e altura do centro de gravidade no protocolo Multijump 15” com o tempo de corrida no Sprint 40m. Neste sentido, para este estudo foram realizados quatro testes anaeróbios: teste de Força-Velocidade, teste Wingate, Impulsão Vertical e teste de Sprint (40 m).

1. OBJECTIVOS DO ESTUDO

Este estudo pretende verificar as relações existentes entre as variáveis potência anaeróbia máxima obtida em diferentes protocolos e a velocidade máxima de corrida em 40m.

Os objectivos deste estudo são:

- Verificar qual dos protocolos de testes anaeróbios (teste de Força – Velocidade, teste de Wingate e Impulsão Vertical) pelas suas variáveis se relaciona com a variável velocidade de corrida (Sprint 40m).
- Verificar a relação entre as variáveis antropométricas com os diferentes protocolos aplicados no estudo.

2. PERTINÊNCIA DO ESTUDO

A performance anaeróbia é um termo genérico que abrange todos os estudos de investigação de potência anaeróbia, capacidade anaeróbia e metabolismo anaeróbio (Williams, 1997).

Muitos desportos exigem sprints máximos ou sub-máximos de curta duração (1-7s) intervalados por períodos de recuperação curtos, durante o tempo de jogo (60-90 min). Neste sentido, os esforços de características explosivas, designadamente os sprints, saltos, remates constituem factores importantes na performance que caracterizam as modalidades da actualidade desportiva. Estas acções motoras dependem da performance anaeróbia do sistema neuromuscular, particularmente proporcionada pelos membros inferiores.

Segundo Noakes, T. (1999) e outros investigadores Green, H. (1992), têm sugerido que a performance em endurance não depende somente dos factores centrais,

como o consumo máximo de oxigénio, mas também de factores de potência muscular afectados pela interacção neuromuscular e pelas características anaeróbias. Neste sentido, poucos estudos têm investigado as características neuromusculares, designadamente a potência muscular como determinante na performance de corrida.

Este estudo permite-nos pela caracterização das variáveis consideradas no estudo verificar como se relacionam com a velocidade de corrida.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. ENERGIA

O movimento resulta de qualquer tipo de contracção muscular ocorrido durante uma actividade física para a qual é necessária energia. Esta energia é proveniente dos alimentos na forma de Hidratos de Carbono, Lípidos e Proteínas e da extracção pelo organismo das suas próprias fontes. A energia contida, no que se refere aos nutrientes é convertida num composto químico denominado Adenosina Trifosfato (ATP), que é armazenado nos músculos esqueléticos.

Para haver o processo de contracção muscular, as células musculares esqueléticas têm de ser capazes de extrair continuamente energia dos nutrientes dos alimentos (Powers & Howley, 1997). Por sua vez, a célula só consegue realizar trabalho a partir da energia libertada pela desintegração da molécula ATP (Fox & Keteyian, 1998). É então através da hidrólise da molécula de ATP que se liberta energia, pela qual a fibra muscular promove o deslizamento das miofibrilhas de actina e miosina, resultando o encurtamento do músculo (Pereira e Rasoilo, 2001).

A molécula de ATP é constituída por uma ligação altamente energética mas instável, entre os segundo e terceiro fosfatos (Pereira & Rasoilo, 2001). Durante a reacção química, a quebra da molécula de ATP, são libertadas 7 a 12 Kcal/mol, formando-se Adenosina Difosfato (ADP) mais Fosfato Inorgânico (Pi). Esta desintegração da molécula de ATP constitui a fonte imediata de energia que pode ser usada pela célula muscular para realizar o seu trabalho (Fox & Keteyian, 1998).



Fig.1: Hidrólise da molécula de ATP (McArdle et al., 1998).

Mediante várias reacções químicas, um grupo de fosfato une-se a um composto relativamente baixo em energia, o ADP, convertendo-se em ATP. O ATP é um composto intermediário, que tem a capacidade particular de participar em numerosas reacções, designadamente em reacções com alimentos para extrair energia e reacções

observadas em muitos mecanismos fisiológicos para fornecer energia necessária para a sua realização. Neste sentido, o ATP foi considerado a energia circulante do organismo, passível de ser adquirida e consumida repetidamente (Guyton & Hall, 1997).

A concentração de ATP nas células musculares, segundo Barata (1997), é baixa (80 a 100g), representando uma quantidade de energia que é suficientemente somente para realizar um nível de exercício máximo durante alguns segundos.

2. VIAS ENERGÉTICAS

O ser humano para realizar as suas actividades diárias e/ou desportivas necessita de energia que pode ser produzida através de três vias metabólicas diferentes:

1. Via Anaeróbia Aláctica/ Sistema de ATP – FC;
2. Via Anaeróbia Láctica/ Sistema da Glicólise;
3. Via Aeróbia/ Sistema da Fosforilação Oxidativa.

Como não existem actividades exclusivamente anaeróbias ou aeróbias, a participação de cada uma destas vias depende essencialmente da intensidade, duração e tipo e esforço utilizado (Pereira e Rasoilo, 2001).

A energia necessária para originar a contracção muscular, provém de três fontes energéticas interdependentes, estando simultaneamente presentes, variando apenas a proporção com que cada uma delas contribui para a produção energética total.

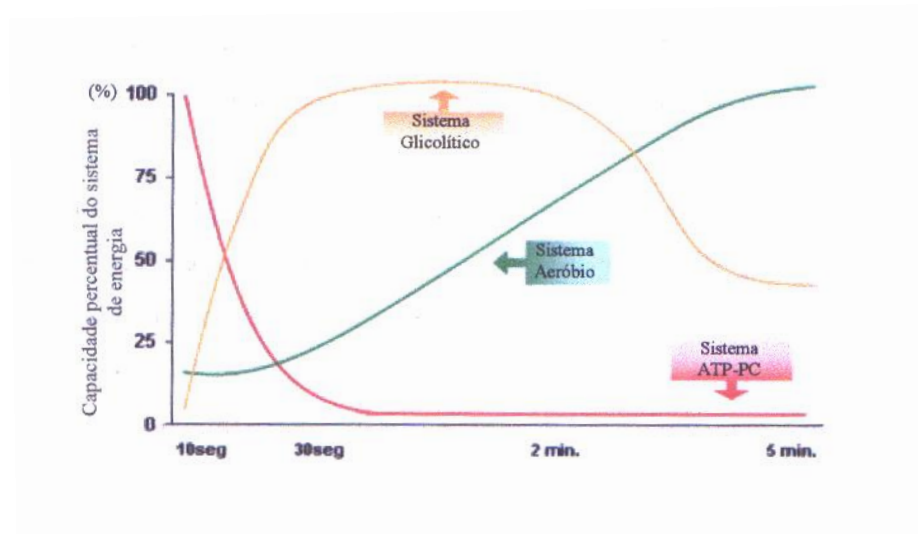


Fig. 2: Contribuição relativa de cada uma das vias energéticas em função do tempo e duração do exercício.

2.1. VIA ANAERÓBIA ALÁCTICA / SISTEMA DE ATP – FC - ENERGIA IMEDIATA

A via anaeróbia aláctica caracteriza-se pela realização de esforços de alta intensidade e relativamente rápidos. Isto significa que, esta via actua imediatamente e durante os primeiros segundos de um esforço até que outros processos mais energéticos estejam disponíveis para dar o seu contributo.

A energia é proveniente quase exclusivamente dos fosfatos de alta energia ou fosfagénios ATP e FC armazenados nos músculos e activados durante o exercício (McArdle et al., 1992).

Citologicamente, o ATP- Adenosina de Trifosfato, que é um composto químico formado por uma combinação de adenina, ribose e três radicais fosfatos que se encontram ligados à restante molécula por meio de ligações de alta energia, é mantido em pequenas quantidades nas células, dependendo da sua concentração relativamente à concentração de ADP, que é alterada rapidamente em qualquer aumento do metabolismo energético (McArdle et al., 1992). Esta mudança estimula imediatamente a decomposição dos nutrientes armazenados, fornecendo energia para a ressíntese de ATP.

Apesar de as principais fontes de energia química para a ressíntese serem os lípidos e os hidratos de carbono, parte desta energia é gerada rapidamente e na ausência de oxigénio a partir de um composto rico em energia denominado Fosfato de Creatina - (FC). A transferência de energia do FC é essencial durante o exercício de alta intensidade, onde as exigências ultrapassam a quantidade proporcionada pelo lento fraccionamento dos nutrientes armazenados.

A concentração de FC é cerca de quatro a seis vezes superior às reservas de ATP na célula, o que faz deste composto um verdadeiro reservatório de fosfatos de alta energia (McArdle et al., 1998).

Toda a energia armazenada sob a forma de FC torna-se imediatamente disponível para a contracção muscular. Assim, a FC celular juntamente com o ATP presente constituem a via dos fosfagénios. Em conjunto podem proporcionar uma potência muscular máxima de 8 a 10 segundos (Guyton & Hall, 1997). Segundo Powers & Howley (1997), o sistema de ATP-FC consegue responder às necessidades energéticas do exercício intenso com duração de 1 a 5 segundos.

McArdle (1998), refere que todos os desportos exigem a utilização dos fosfatos de alta energia, porém muitas actividades contam quase exclusivamente com esse meio para a transferência de energia.

2.2. VIA ANAERÓBIA LÁCTICA / GLICÓLISE - SISTEMA DE ENERGIA A CURTO PRAZO

A via anaeróbia láctica, caracteriza-se pela produção de energia pelo processo denominado Glicólise. Esta via pode constituir uma medida capaz de salvar a vida durante alguns minutos, quando o oxigénio ainda não está disponível (Guyton et al., 1997) sendo de extrema importância para a manutenção de esforços de intensidade elevada. Embora a citação seja um pouco fatalista, a realidade é que a obtenção de energia através da glicose na ausência de oxigénio, tem um papel importante durante um esforço máximo que se pretende continuado para além dos segundos iniciais (>10 s).

Para que a glicose possa ser utilizada pelas células, ela tem de ser transportada através da membrana celular para o citoplasma, através do mecanismo designado por difusão facilitada (Guyton et al., 1997). A velocidade a que se realiza este processo depende da quantidade de insulina segregada pelo pâncreas. Imediatamente após a sua entrada a glicose combina-se com um radical fosfato através de um processo fosforilação, promovido principalmente pela enzima glicoquinase no fígado ou pela hexoquinase na maioria das outras células. Esta ligação quase instantânea com o fosfato permite que a “nova” glicose não sofra difusão para fora da célula (Guyton et al., 1997).

Após a sua absorção pelas células, a glicose pode ser utilizada imediatamente para produzir energia, ou ser armazenada sob a forma de glicogénio, que consiste num polímero de glicose.

A glicogénese, que é o processo de formação de glicogénio consiste em, inicialmente, transformar a glicose-6-fosfato em glicose-1-fosfato, depois em uridina-difosfato-glicose, que é finalmente convertida em glicose (Guyton et al., 1997).

A glicogénólise, processo inverso ao anterior, consiste em transformar o glicogénio armazenado em glicose. Esta reacção em caso do indivíduo se encontrar em repouso, não se processa, uma vez que a fosforilase (enzima fundamental no processo), se encontra inactiva, contudo em caso de necessidade de formar glicose, esta enzima pode ser activada pela acção de duas hormonas: epinefrina e o glucagon (Guyton et al., 1997).

A glicólise é sem dúvida o processo fundamental pelo qual a molécula de glicose liberta energia.

A glicólise refere-se à clivagem da molécula de glicose em duas moléculas de ácido pirúvico, sendo a energia libertada para a formação de quatro moléculas de ATP, por cada molécula original de glicose. Este processo decorre em dez estágios sucessivos de reacções químicas, catalizadas cada uma por uma enzima específica (Guyton et al., 1997).

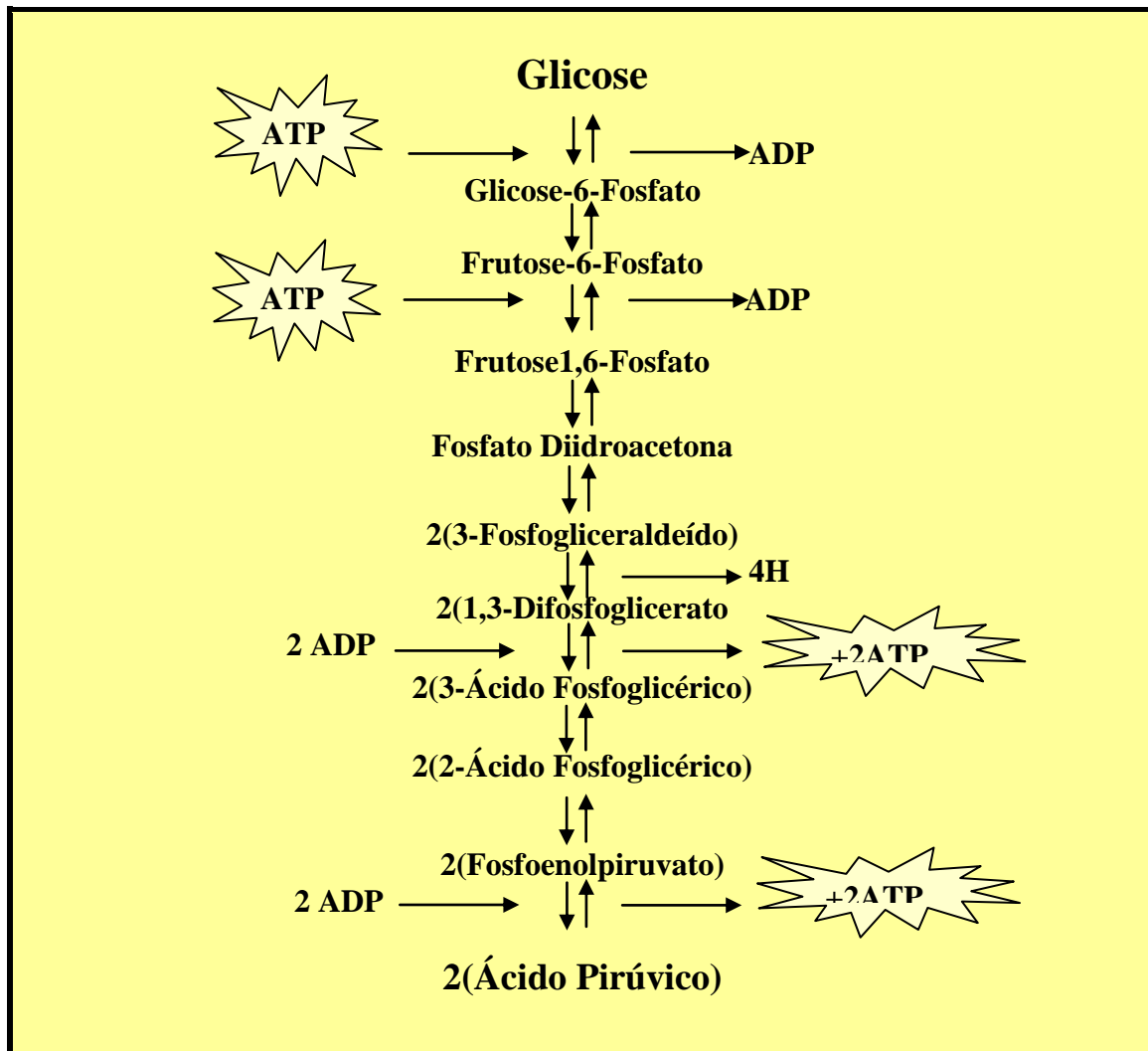


Fig. 3: Sequência de reacções químicas responsáveis pela Glicólise (Adaptado de Guyton & Hall, 1998).

Contudo, são necessárias 2 moles de ATP para fosforilar a glicose original em 1,6-difosfato antes que a glicólise possa ser iniciada. Assim, o ganho efectivo de moléculas de ATP em todo o processo é de apenas de 2 moles para cada mol de glicose utilizada. De salientar que, quando a glicólise começa com uma molécula de glicogénio existe um ganho bruto de 3 ATP (McArdle, 1998).

Numa primeira análise, este processo não apresenta uma rentabilidade energética significativa, traduzindo-se apenas em 3% da sua eficiência global na formação de ATP, mas o que na realidade se verifica é que durante o processo são libertados átomos de hidrogénio que combinados com o NAD^+ forma NADH e H^+ (Guyton et al., 1997), que são posteriormente rentabilizados em energia.

Segundo Guyton & Hall (1997), a eficiência global para a formação de ATP é de 43%. Os restantes 57% de energia são perdidos sob a forma de calor. McArdle (1998), refere que este processo opera a uma eficiência de aproximadamente 33%.

Quando o organismo está em repouso ou em exercício moderado, a capacidade das mitocôndrias é suficiente, em termos de metabolismo oxidativo, dispendo as células da quantidade necessária de oxigénio, assim, os hidrogénios libertados na glicólise, ligam-se ao oxigénio para formar água. Todo o ácido láctico formado é oxidado por outros tecidos à mesma velocidade com que é formado. Existe então, um “ritmo estável”, já que o oxigénio é oxidado aproximadamente com a mesma velocidade com que se torna disponível. O ácido pirúvico constitui assim, o produto final da glicólise (McArdle et al., 1998).

Em condições de exercício físico intenso, as necessidades energéticas ultrapassam a quantidade de oxigénio disponível bem como o seu ritmo de utilização (McArdle et al., 1998). Os dois produtos finais das reacções glicolíticas, o ácido pirúvico e os átomos de hidrogénio combinados com o NAD^+ forma NADH e H^+ , reagem entre si formando o ácido láctico.

Nas condições de glicólise anaeróbia, NAD^+ é formado à medida que pares de hidrogénio “excessivos” se combinam o ácido pirúvico, numa reacção catalizada pela enzima desidrogenase láctica (LDH), formando-se assim, ácido láctico numa reacção reversível (McArdle et al., 1998).

O ácido láctico difunde-se rapidamente no sangue, funcionando como um “escape”, permitindo que a glicólise se prolongue por mais tempo do que seria possível, fornecendo ao organismo quantidades consideráveis de ATP, na ausência de oxigénio (Guyton & Hall, 1997).

A quantidade de ácido láctico que se forma durante a glicólise não se perde no organismo, pois quando o oxigênio fica novamente disponível, este pode ser reconvertido em glicose ou, pode ser utilizado directamente como fonte de energia (Guyton & Hall, 1997).

Durante o exercício uma certa quantidade de ácido láctico produzida pelo músculo é transportada até ao fígado através do sangue. O lactato pode ser aqui, convertido em glicose através de um processo designado gliconeogénese (Powers & Holley, 1997).

Este ciclo, no qual os esqueletos de carbono das moléculas de ácido láctico são utilizados para síntese de glicose, designa-se Ciclo de Cori. Este processo proporciona não apenas um meio para a remoção de lactato mas também, um meio para aumentar a glicose sanguínea e o glicogénio muscular durante o exercício (McArdle et al., 1998).

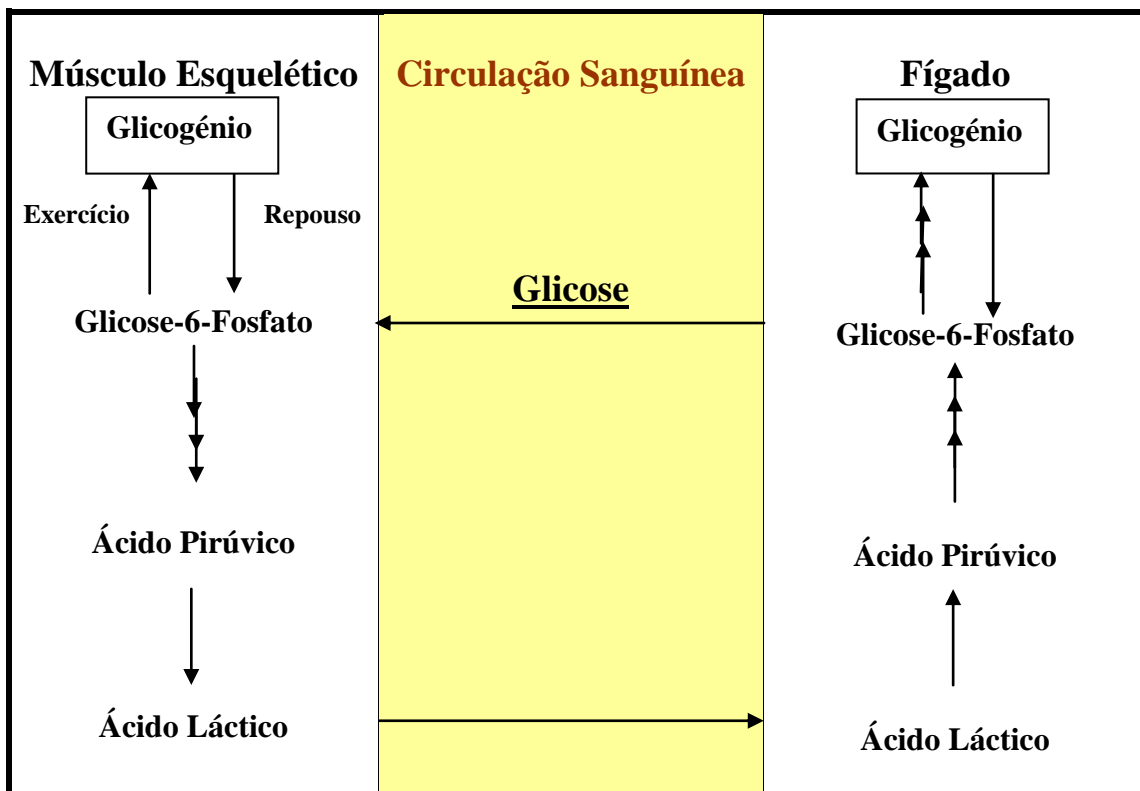


Fig. 4:Ciclo de Cori (Adaptado de Powers & Howley, 1997).

2.3. VIA AERÓBIA / CICLO DE KREBS E CADEIA DE TRANSPORTE DE ELECTRÕES - SISTEMA DE ENERGIA A LONGO PRAZO

Apesar de ser quase impossível quantificar a contribuição dos diferentes metabolismos energéticos, é contudo possível encontrar um indicador que nos informe qual das vias energéticas é predominante em determinado exercício (Hahn, 1992; Inbar et al., 1996).

Assim, em eventos prolongados, a degradação química para a ressíntese de ATP, provém na sua maioria do mecanismo aeróbio (Hahn, 1992). Este sistema é então, caracterizado como um sistema de baixa potência e elevada capacidade, suportando principalmente as necessidades energéticas do exercício prolongado.

Este processo de formação de ATP envolve oxigénio nas reacções metabólicas e refere-se à decomposição de hidratos de carbono, de ácidos gordos e aminoácidos para a libertação de energia (Hahn, 1992).

A produção aeróbia de ATP ocorre dentro das mitocôndrias e compreende, para além de uma série de reacções em que as moléculas dos substratos são progressivamente desprovidas de electrões e catalizadas por enzimas que dependem tanto de NAD^+ ou de FAD como de co-enzimas (Hahn, 1992), a interacção de duas vias metabólicas cooperantes entre si: o Ciclo de Krebs e a Cadeia de Transporte de Electrões (Powers & Howley, 1997).

A função do ciclo de krebs é completar a oxidação dos nutrientes, removendo os seus iões de hidrogénio através da passagem deste para a cadeia respiratória usando NAD^+ e o FAD como seus portadores. Subsequentemente, o NADH e o FADH_2 são oxidados e os electrões libertados, que por sua vez, serão envolvidos em reacções redutoras ao longo da cadeia transportadora de electrões (Hahn, 1992). O processo pelo qual se oxida os agentes redutores denomina-se fosforilação oxidativa, que irá terminar quando o oxigénio, que não participou nas reacções do ciclo de krebs, receber os hidrogénios da cadeia de transporte de electrões, formando água (Powers & Howley, 1997).

Segundo Hanh (1992), por cada molécula de NADH que doa electrões à cadeia são formadas 3 moléculas de ATP, enquanto que por cada molécula FADH_2 são formadas 2 moléculas de ATP.

A primeira fase da via aeróbia é a glicólise, descrita anteriormente na via anaeróbia láctica, sendo esta uma fase comum às duas vias metabólicas.

A segunda fase da via aeróbia relativa à formação de acetil Co-A, o ácido pirúvico sai do citosol para a mitocôndria, cujo os compartimentos internos e externos estão separados pela membrana mitocondrial interna. E no compartimento interno que a molécula de ácido pirúvico é transformada irreversivelmente em acetil Co-A. Nesta reacção é libertada energia que é utilizada para reduzir NAD^+ em NADH. Por cada duas moléculas de ácido pirúvico resultantes da glicólise, são formadas 2 moléculas de NADH e outras 2 de dióxido de carbono (Seeley et al., 1997).

A etapa que segue na degradação da molécula de glicose, designa-se ciclo do ácido cítrico ou ciclo de krebs. A função mais importante do ciclo de krebs é a produção de electrões (H^+) que serão transportados para a cadeia de transporte de electrões por intermédio de NAD^+ e também em algumas circunstâncias, de FAD (McArdle, 1998)

O ciclo de krebs, inicia-se com a produção do ácido cítrico, pela combinação de acetil Co-A com uma molécula, de ácido oxaloacético (Seeley et al., 1997). A coenzima A da acetil Co-A é libertada e pode novamente ser utilizada para formar maiores quantidades de acetil Co-A através do ácido pirúvico. No entanto, o radical acetil passa a fazer parte integrante da molécula de ácido cítrico (Guyton & Hall, 1997).

Segundo McArdle (1998), o ciclo de krebs, assegura a continuidade do metabolismo do ácido pirúvico, assim como dos produtos intermediários do metabolismo proteico e lípidico, através da formação de acetil Co-A, que constitui o substrato inicial do ciclo de krebs, de todos os combustíveis metabólicos.

Durante as reacções que ocorrem durante o ciclo de krebs, evidenciam-se três acontecimentos importantes: a produção de ATP, a produção de NADH e FADH_2 e a produção de CO_2 .

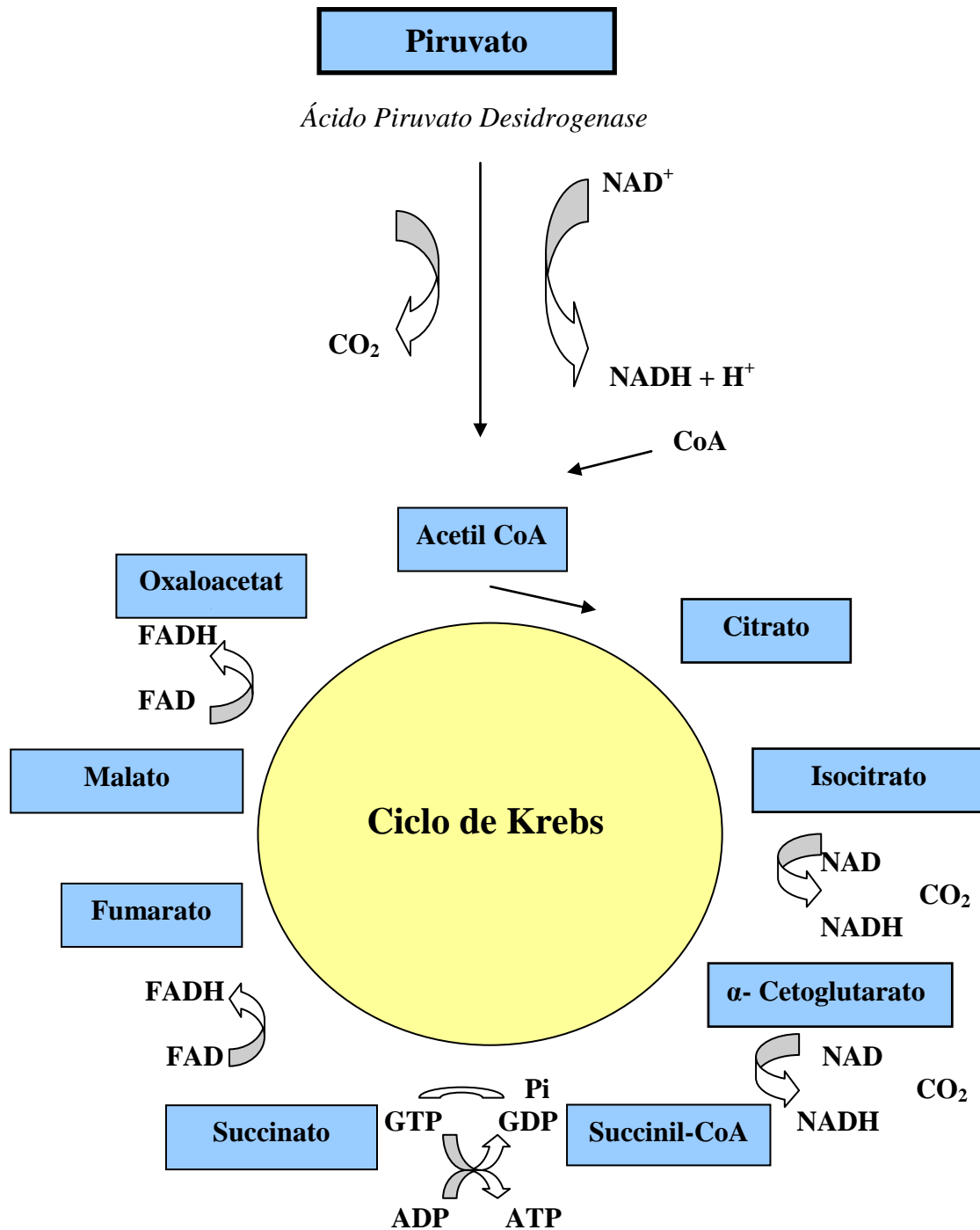


Fig. 5: Compostos, enzimas e reações envolvidas no Ciclo de Krebs. Formação de 3 moléculas de NADH e 1 molécula de FADH por cada ciclo. (Adaptado por Powers & Howley, 1997).

Por cada molécula de ácido pirúvico são convertidas três moléculas de NAD^+ em moléculas de NADH e, uma molécula de FAD em FADH_2 . As moléculas de NADH e FADH são transportadores de electrões, que entram na cadeia de transporte de electrões e são utilizadas para a produção de ATP (Seeley et al., 1997).

No início de cada ciclo, cada molécula de ácido pirúvico, com seis átomos de carbono, transforma-se no final do ciclo numa molécula de ácido oxaloacético, com quatro carbonos. Os dois átomos de carbono restantes da molécula de ácido pirúvico, são utilizados na formação de duas moléculas de dióxido de carbono (Seeley et al., 1997).

Durante este ciclo ocorrem reacções sucessivas que produzem mais ácido oxaloacético que, ao combinar-se com uma molécula de acetil-CoA, pode reiniciar o ciclo (Seeley et al., 1997).

Ao analisar todo o processo da via aeróbia até esta fase, podemos concluir que por cada molécula de glicose, que inicia a respiração aeróbia, são produzidas duas moléculas de ácido pirúvico durante a glicólise, que por sua vez são convertidas em duas moléculas de acetil-CoA, que entram no ciclo de krebs. Assim, o resultado final é de duas moléculas de ATP, seis de NADH, duas de FADH₂ e quatro de CO₂.

Apesar da complexidade das fases até aqui analisadas, a formação de ATP é mínima – apenas duas moléculas de ATP na glicólise e mais duas no ciclo de krebs, para cada molécula de glicose metabolizada. Contudo, 90% do ATP total produzido durante o metabolismo da glicose, é formado durante a oxidação dos átomos de hidrogénio que são libertados durante as etapas iniciais da degradação da glicose (Guyton & Hall, 1997).

A quarta fase da via aeróbia corresponde assim, à cadeia de transporte de electrões e fosforilação oxidativa. Esta cadeia de transporte de electrões, consiste num conjunto de transportadores situados na membrana mitocondrial interna, onde os electrões são transferidos do NADH e FADH₂ para os transportadores de electrões e, os iões de hidrogénio são libertados do NADH e FADH₂. Os electrões libertados pelo o NADH e FADH₂ passam de um transportador de electrões ao outro, através de uma série de reacções de oxidação-redução (Seeley et al., 1997).

Cada bomba de prótons recebe um electrão, utiliza alguma da sua energia para libertar um ião hidrogénio e passa-o para o próximo transportador de electrões. O último transportador de electrões da série capta quatro electrões e combina-os com o oxigénio e quatro iões de hidrogénio para formar água (Seeley et al., 1997).

Durante o transporte de electrões através da cadeia de transporte, ocorre a libertação de energia que é utilizada para promover a síntese de ATP. A energia libertada é utilizada para bombear os iões de hidrogénio para o compartimento externo da mitocôndria. Este processo permite uma elevada concentração de iões de hidrogénio

de carga positiva no compartimento externo, gerando também um potencial eléctrico negativo na matriz interna (Guyton & Hall, 1997).

A elevada concentração de iões de hidrogénio no espaço entre as duas membranas mitocondriais e a grande diferença de potencial eléctrico através da membrana interna induzem o fluxo de iões de hidrogénio através da ATPase para o interior da matriz mitocondrial. Assim, a energia proveniente deste fluxo de iões de hidrogénio é utilizada pela ATPase para converter o ADP em ATP. Por cada dois átomos de hidrogénio, são sintetizadas até 3 moléculas de ATP (Guyton & Hall, 1997).

Em suma, há a produção total de 38 moléculas de ATP para cada molécula degradada (2 moléculas durante a glicólise, 2 durante o ciclo de krebs e 34 durante a fosforilação oxidativa). Relativamente à utilização de ácidos gordos para a produção de energia no metabolismo aeróbio, verifica-se no final do processo oxidativo um saldo de 129 moléculas de ATP.

3. Performance Anaeróbia – Potência e Capacidade Anaeróbia

A performance anaeróbia caracteriza-se pela realização de esforços anaeróbios. Estes esforços são de curta duração, sendo determinados pela capacidade dos sistemas de produção solicitados, designadamente os sistemas anaeróbios, cuja a produção de energia ocorre na ausência de oxigénio.

A avaliação do desempenho dos vários sistemas de produção de energia compreende dois parâmetros, a **potência anaeróbia** e a **capacidade anaeróbia**. A potência do sistema reporta-se à energia máxima equivalente que pode ser gerada, durante um exercício máximo por unidade de tempo. A capacidade energética do sistema anaeróbio refere-se ao total equivalente de energia para realizar o trabalho e à energia cedida pelo sistema, (Bouchard et. al., 1991).

Segundo Bouchard et al. (1991), a capacidade de desempenho anaeróbio pode ser avaliada através de três componentes, correspondente à duração do exercício máximo:

1. A capacidade anaeróbia de *curta duração*, cuja a duração do esforço máximo não é superior a 10 segundos, sendo estes exercícios suportados a nível energético fundamentalmente pelas concentrações de ATP-CP no músculo ou grupo de músculos activados durante o exercício e pela contribuição via glicolítica. Durante este período poder-se-á avaliar o sistema energético anaeróbio aláctico.

2. A capacidade anaeróbia de *média duração*, definida como o trabalho total produzido durante o exercício máximo com a duração até 30 segundos. Esta componente pode ser considerada como equivalente ao teste de Wingate, em termos de intensidade e duração. O desempenho nestas condições é principalmente proveniente do sistema anaeróbio láctico (70%), do sistema anaeróbio aláctico (15%) e, do sistema anaeróbio (15%). Esta componente indica que o índice de trabalho até ao final do teste poderá ser considerado como estimativa indirecta da potência anaeróbia láctica. Durante este período pode medir-se o sistema anaeróbio láctico.

3. A capacidade anaeróbia de *longa duração*, definida como o trabalho total produzido durante esforços máximos com a duração de 90 segundos. O desempenho realizado sobre estas condições é suportado igualmente pelos dois sistemas de produção de energia anaeróbios e pelo sistema aeróbio. Estes exercícios máximos permitem-nos estimar o total da capacidade do sistema de prestação anaeróbio sob condições máximas.

Os testes anaeróbios, que utilizam a potência mecânica como critério, encontram-se divididos em duas categorias:

- a. Testes de muita curta duração – avaliam a potência anaeróbia máxima, relativamente à potência mecânica mais elevada gerada por um músculo ou grupo de músculos, após um breve período (inferior a 1 segundo até aproximadamente 10 segundos).
- b. Testes de curta duração – avaliam a capacidade do músculo manter uma potência elevada durante um período de tempo entre os 15 e os 30 segundos, permitindo deste modo, determinar a capacidade anaeróbia.

3.1. Teste de Potência e Capacidade Anaeróbia

Os testes de capacidade anaeróbia envolvem exercícios de elevada intensidade com durações entre as fracções de segundos e alguns minutos (Skinner & Morgan, 1985, citado por InBar, Bar'Or, Skinner, 1996).

As avaliações laboratoriais da potência e da capacidade anaeróbias são tanto mais válidas quanto mais simularem o gesto técnico e envolverem os grupos musculares específicos da modalidade.

Os testes estão resumidamente apresentados na tabela que se segue, classificados de acordo com os critérios anaeróbios que avaliam potência anaeróbia máxima (PM) ou a resistência muscular local (RML), relativamente às tarefas, à sua duração e ao mecanismo necessário à sua realização.

TESTES	OBJECTIVO	TAREFA	DURAÇÃO	MECANISMO	APLICAÇÃO
<u>Força – Velocidade</u>	PM	5/8 sprints – pedalar à velocidade máxima	5'' – 7'' cada sprint	Cicloergómetro isocinético ou de resistência constante	Laboratório
<u>Impulsão Vertical – Plataforma de Forças</u>	PM	Salto vertical, partindo de uma posição estática	< 1''	Plataforma de forças	Laboratório
<u>Sprint 30/50m</u>	Velocidade (PM estimada)	Correr (com a velocidade máxima)	< 10''	Cronómetro	Campo
<u>Wingate</u>	PM; RML	Pedalar (com a intensidade máxima)	30''	Cicloergómetro (resistência constante)	Laboratório

Quadro 1- Testes de avaliação da potência e capacidade dos sistemas anaeróbios (PanM - potência anaeróbia máxima; PM – potência mecânica).

3.1.1. Teste em Cicloergómetro

3.1.1.1. Teste de Força - Velocidade

Pirnay et al., citado por Armstrong & Welsman (2000), investigou especificamente a potência máxima e propôs um teste em cicloergómetro, consistindo na realização de sprints máximos de 5 a 7 s, pedalando contra várias resistências. Este protocolo foi posteriormente modificado, sendo designado por Teste de Força – Velocidade (F-V), tendo grande aceitação em adultos. Este teste começou por ser utilizado em adultos, sendo posteriormente adaptado para crianças. O protocolo inicial incluía a realização de 8 sprints máximos, mas actualmente por norma 3 a 4 repetições com intervalos de 5 minutos. A duração total do teste F-V ronda os 30 a 40 minutos (podendo neste período ser realizado por três sujeitos).

O teste Força – Velocidade é um teste a considerar fortemente já que a potência máxima alcançada se aproxima de forma mais exacta do valor real de potência máxima no cicloergómetro do que o teste de Wingate, ou outros testes. Alguns investigadores têm reforçado a utilização do teste de Força – Velocidade para identificar a carga óptima de cada sujeito para utilização no teste de Wingate, contudo põe-se em causa que a carga óptima para um teste de 30 s (Armstrong & Welsman 2000).

O valor mais elevado de potência foi considerado por estes autores, como sendo a potência anaeróbia aláctica máxima (Pirnay & Crielaard, 1979 citado por Mercier, J., Mercier B. & Prefaut, 1991).

Este teste integra a categoria dos testes de muito curta duração, que na opinião de Van Praagh (1996) é particularmente adequado quando se pretende avaliar a potência anaeróbia máxima em indivíduos não treinados.

Assim, o teste F-V permite avaliar a potência anaeróbia máxima – PanM (“*Peak Power*”). O valor de potência produzido é resultante da **Força** (resistência) pela **velocidade** (número de revoluções por minuto). Deste modo, é possível calcular o valor máximo de potência em cada sprint, ou seja a maior potência desenvolvida e em seguida a respectiva força de resistência contra a qual o sujeito realizará o teste. O teste baseia-se, como o próprio nome indica, numa relação linear entre a força e a velocidade (à maior força menor é o pico de velocidade) e, conseqüentemente, numa relação parabólica da força com a potência. Esta parábola, possibilita o cálculo, por interpolação, do valor máximo de potência para cada sujeito, bem como a força

necessária para a obtenção desse valor. Esta força é aproximadamente 50% da F_0 (Vandewalle et al., 1985 citado por Bar-Or, 1996).

Segundo Bar-Or (1996), não existem dados avaliados relativamente à fidedignidade e reprodutibilidade do teste de F-V. Existe, contudo, uma elevada correlação ($r=0,93$) entre o pico de potência obtido por ele e o obtido pelo Wingate (Van Praagh et al., 1990 citado por Bar-Or, 1996).

3.1.1.2. Teste de Wingate

O teste de Wingate é o mais utilizado para avaliar a potência e a capacidade anaeróbia (Rotstein et al., 1986; Armstrong et al., 1997; Gabrys et al., 2003; Malina et al., 2004).

Este teste foi desenvolvido para avaliar ambas as capacidades anaeróbias de curta e média duração (Coast, Crouse & Jessup, 1995).

O teste de Wingate (WAnt), supervisionado num cicloergómetro, foi muito utilizado para aceder ao desempenho anaeróbio quer dos adultos quer de crianças, por se tratar de um teste não invasivo, de fácil aplicabilidade, validado com grande reprodutibilidade (Bar' Or, 1987; Vandewalle, Peres & Monod, 1987 citado por Okano et al., 2001).

Este teste foi originalmente proposto por Culmning (1973), permitindo a obtenção de importantes índices relativamente ao desempenho motor, designadamente a determinação da potência anaeróbia máxima ("*Peak Power*"), durante os 3-5s, a capacidade anaeróbia ("*Mean Power*"), obtida durante a realização do teste, o trabalho total (produto de rotações por minuto pela força de resistência – carga durante o teste e o índice de fadiga ("*rate of fatigue*"), obtido através da taxa de decréscimo e ocorre entre o ponto de PAnM e o fim do teste (Adams et al., 1998), sendo normalmente expresso de forma percentual. Este teste integra a categoria de teste de curta duração.

Em termos metodológicos, vários aspectos devem ser tidos em consideração. A determinação do valor adequado da resistência externa a aplicar é um ponto fundamental, uma vez que dele depende, claramente, o desempenho do sujeito do teste. É nesta questão que reside a principal limitação do teste Wingate: sendo a potência o produto da força pela velocidade, os mais altos valores de potência máxima e média só são verdadeiramente atingidos mediante a aplicação da "resistência ideal", cujo o valor

é muitas vezes difícil de determinar. O protocolo original propõe a aplicação de uma carga estandardizada de 75g.Kg^{-1} de massa corporal.

Estudos em adultos, revelaram que a potência anaeróbia máxima é alcançada em diferentes momentos, nomeadamente no intervalo de tempo de 1 a 4 s (Sargeant & Dolan, 1987), dentro dos 6s (Mercier et al., 1992), entre 3 e 7 s (Di Prampero & Mognomi, 1981), entre 3 a 10s (Kaczkowski et al., 1982) ou dentro de 10 s (Vandewalle et al. 1987) nos 30s de teste Wingate (citado por Chia, 2000).

A potência máxima é reconhecida como o processo da capacidade dos músculos dos membros, para produzir uma potência mecânica elevada, num curto espaço de tempo. A potência máxima ocorre, geralmente cedo, na fase inicial do Wingate e é reflexo da potência colectiva dos membros inferiores e dos grupos musculares nadequeiros (Erickson et al., 1985, citado por Chia, 2000).

Relativamente às características do Wingate, podemos caracterizá-lo quanto à sua fiabilidade, validade e sensibilidade. Foram realizados estudos, com várias populações, com o intuito de verificar a fiabilidade deste teste (Inbar et al., 1996). Os coeficientes de fiabilidade para este teste, quando realizado em questões padronizadas, variam entre 0,86 e 0,99. Perante estes valores pode-se considerar este teste bastante fiável.

A validade do teste de Wingate, como forma de avaliação da performance anaeróbia, é ainda suportada pelos dados laboratoriais. A importância da componente anaeróbia neste teste é demonstrada pela elevada correlação ($r=0,60$ e $r=0,84$) entre a percentagem de fibras rápidas e o desempenho do sujeito no teste (Bar-Or et al., 1980; Inbar et al., 1985; Kackowski et al., 1982, citado por Armstrong, 1997). Por exemplo, Bar-Or (1987) referiu que os coeficientes de correlação para o desempenho no WAnt repetidos, realizados sob condições uniformizadas, se situavam entre 0,87 e 0,98, com a tendência a ser mais elevados para CA do que para PAnM (BAR-Or, 1987 citado por Chia, 2000).

No que se refere à sensibilidade, Inbar et al. (1996) consideram que o teste Wingate é sensível aos aumentos da performance anaeróbia, resultantes de vários tipos de treino desta capacidade física.

A validade, objectividade e fiabilidade da sua aplicação em crianças, adolescentes e adultos tem sido testada por vários investigadores.

3.1.2. Teste de Impulsão Vertical

Os testes de Impulsão Vertical actuais resultam da modificação realizada ao teste de Dr. Dubble Sargent nas primeiras décadas de 1900, designado como o teste Sargent Jump (Sargent, 1921), citado por Adams (1998). Este teste requer simplesmente a diferença entre as medidas da altura standing – reach e a altura do salto. A ausência da variável potência anaeróbia neste teste, obtendo-se apenas a distância do salto, classificou-o inicialmente como teste de campo ou de terreno. Contudo, como a versão modificada inclui as medições de potência e, pelo equipamento e procedimentos simples, os testes de Impulsão Vertical presentemente são classificados como testes anaeróbios laboratoriais e de terreno.

A equação ($P = w/t$) é utilizada para o cálculo da variável potência quer para testes laboratoriais quer para os testes terreno, nomeadamente teste de Impulsão Vertical ou teste de Wingate em cicloergómetro. A componente força do salto pode ser obtida através da variável peso, expressa nas unidades Kg ou N, já a componente tempo pode ser medida electronicamente como o tempo de voo e o tempo de contacto num tempo específico (Harman, 1989; Viitasalo, 1988) citado por Adams (1998). A componente tempo pode ser estimada pela aceleração do centro de gravidade (g) (Bannister, 1987; De Vries, 1971; Viitasalo, 1988) citado por Adams (1998), calculado pela diferença da altura do centro de gravidade e a sua altura máxima atingida no salto ($g = 9,81 \text{ m-s}^2$). A altura do salto depende da velocidade vertical do centro de gravidade no momento em que se deixa o solo.

Os testes de Impulsão Vertical têm sido designados como testes de força explosiva (Kujala, U. M., Viljanen, T., Taimela, S., & Viitasalo, J., 1994) citado por Adams (1998), particularmente pelo o movimento que o caracteriza ser realizado em menos de um segundo. Deste modo, este teste não é considerado como um verdadeiro teste de força, pelo que a força muscular máxima não é solicitada durante a realização do salto vertical. Neste sentido, saltos repetidos num período de dez segundos apresentam um decréscimo em termos da componente força. Assim, a capacidade para desempenhar este teste relaciona-se melhor com a potência do que a força.

Estudos realizados sobre o teste de Impulsão Vertical têm concluído que a habilidade para produzir um ritmo elevado de força é um factor significativo num movimento explosivo como é a impulsão vertical.

A habilidade para realizar os testes de Impulsão Vertical, depende bioquimicamente da capacidade da via aláctica e da capacidade para usar as reservas de fosfagénios a um ritmo elevado. A percentagem de fibras rápidas no *vastus lateralis*, um dos quatro músculos do quadríceps, correlaciona-se significativamente com a altura de salto de medida na plataforma de forças (Adams, 1998).

Do ponto de vista biomecânico, o teste de Impulsão Vertical combina a extensão da articulação da coxo-femural e do joelho com a flexão plantar do tornozelo (Adams, 1998).

O teste é facilmente aprendido pelas crianças e pode ser administrado tanto em campo aberto como em condições laboratoriais. A fidedignidade teste-reteste, após a prática de 3 a 4 vezes, é elevada (0,92 em adultos) (Glencross, 1966 citado por Bar-Or., 1996). Davies e Young (1984 citado por Bar-Or, 1996) descreveram uma correlação de 0,92 entre os valores no salto de Sargent e outros obtidos pelo salto vertical da plataforma de forças. A validade do salto de Sargent como teste para a potência muscular foi avaliada no laboratório do autor comparando os valores com a potência de Wingate. O valor de r em 48 rapazes adolescentes foi de 0,77, sugerindo uma validade razoável a boa (Bar-Or, 1996).

Estudos acerca da fiabilidade do teste de Impulsão Vertical têm sido elevados, encontrando-se correlações significativamente elevadas ($r=0,930$ e $r=0,980$). Dois investigadores referiram uma correlação de 0,99 ao realizarem o teste de impulsão vertical em estudantes universitários. O teste ao ser administrado a crianças apresentou de igual modo, a fiabilidade que variou entre 0,90 e 0,97.

Komi e Bosco (1978), citados por Van Praagh (1995) introduziram três diferentes situações para avaliar a potência dos membros inferiores através da impulsão vertical em plataformas de forças. Os protocolos são os que se encontram descritos abaixo:

1. **“Squat Jump”**: sobre a plataforma de forças em posição estática, o sujeito, com as mãos na cintura, os pés à largura dos ombros e os joelhos flectidos a 90°; realiza um salto vertical, procurando atingir a maior altura possível (sem retirar as mãos da posição inicial).
2. **“Countermovement Jump”**: sobre a plataforma de força em posição estática, com as mãos na cintura, os pés à largura dos ombros e o corpo em extensão completa. Após a flexão dos membros inferiores (90°) (movimento contrário ao salto), o sujeito

executa um salto vertical, procurando atingir a altura máxima possível (sem retirar as mãos da posição inicial).

3. “Drop Jump”: sobre um plano 20 a 30 cm acima da plataforma de forças, com as mãos nas ancas, o sujeito deixa-se cair sobre a plataforma e ressalta de imediato, executando um salto vertical, em que procura atingir a maior altura possível.

Em qualquer uma das três situações o sujeito deve manter as mãos nas ancas durante a realização dos testes, pelo que o balanço dos membros superiores afecta o desempenho, o que dificulta a comparação dos resultados.

Segundo Van Praagh (1995), os ciclos de alongamento – encurtamento que ocorrem durante a realização deste tipo de saltos (nomeadamente do CMJ e no DJ), permitem a utilização da energia elástica armazenada, o que acaba por se reflectir numa melhor performance do sujeito no teste.

3.1.3. Teste de Sprint

Muitos desportos, colectivos ou individuais requerem deslocamentos de uma zona para outra, especialmente em termos de velocidade de corrida (citado por Kukolj, Ropret, Ugarkovic, 1999). Deste modo, vários aspectos têm sido estudados (Komi, 1992 citado por Kukolj, Ropret, Ugarkovic, 1999).

Estes esforços intermitentes e relativos ao tempo em que se percorre uma determinada distância são constantemente utilizados para avaliar a performance anaeróbia.

Uma vez que a sua duração não excede os 10s Adams (1998), refere que do ponto de vista bioquímico, a performance neste tipo de teste depende fundamentalmente da utilização das reservas musculares ATP e FC. De salientar que estes testes, não constituem uma forma exacta de avaliação da Potência, já que a força exercida pelo sujeito não pode ser medida, sendo apenas possível calcular a **Velocidade**. Contudo, o valor de potência pode ser estimado, multiplicando o peso do indivíduo pela velocidade média do sprint.

$$V = Dh/T \quad \longrightarrow \quad P = F \times V$$

Fig. 6: Fórmulas para o cálculo da Potência (P) gerada no sprint, a partir da Velocidade Média (V) e da Força, que neste caso corresponde ao peso do indivíduo. A velocidade é calculada dividindo a distância horizontal percorrida (Dh) pelo tempo (T).

A velocidade de corrida, nomeadamente nas várias fases de corrida, nas diferenças entre as performances e entre as repetições das mesmas, pode ser interpretada em termos de potência, capacidade e na habilidade de manter a potência.

Cavagna & Mazzoleni (1971) reportaram que os atletas de andebol com 16 anos de idade, atingem 63% da velocidade máxima em 1,6 s e 100% da velocidade máxima aos 5 s quando correm 40m.

Após os 5 s de *sprinting*, as baixas concentrações de fosfocreatina são responsáveis pela incapacidade de aumentar a velocidade máxima de corrida após este período de tempo (Hirvonen et al., 1987 citado por Adams 1998).

Nesser, T; Latin, R, Berg, K & Prentice (1996), citados por Adams (1998) referem uma elevada correlação ($r=0,86$) entre os sprints de 40m e de 10m. Segundo Costill et al. (1968); McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch V. L. (1991); Tharp, G. D. Et al. (1985), citado em Adams (1998) a validade dos testes de sprint apoiam-se na correlação moderada obtida entre o tempo de sprint de 40yd e outros testes de potência, tais como impulsão vertical ($r=-.625, -.50, -.48$).

Cosidine (1973), refere uma correlação fraca a moderada entre o tempo de corrida e os testes de Impulsão vertical.

Um estudo realizado a 24 sujeitos do sexo masculino, alunos de Educação Física demonstrou uma correlação significativa entre o teste de Impulsão vertical (CMJ) com a velocidade máxima de corrida (Kukolj, R. et al., 1999).

Bar-Or, O. & Inbar, O. (1978), Costill et al. (1968); Tharp, G. D. Et al. (1985), citado por Adams (1998) o sprint de 40m apresenta correlações moderadas a elevadas ($r= -.53 -.91$) com a variável *peak power* obtida no teste de Wingate.

Bar-Or & Inbar (1978) e Tharp et al. (1985), citados por Rowland (1996) apontam também a existência de correlações significativas entre a performance sprint e a potência gerada no teste de Wingate, em indivíduos com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos de idade. O valor das correlações encontradas suporta a validade dos testes de sprint como forma de avaliação da performance anaeróbia, não permitindo no entanto, prever de forma exacta, o desempenho do sujeito em exercícios desta natureza (Bar-Or & Inbar, 1978, citados por Rowland, 1996).

Mero, A.; Komi, P. & Gregor, R. (1992), Van Ingen, G; et al. (1994), têm demonstrado que os velocistas atingem a velocidade máxima entre as distâncias de 30-50m a partir da linha de partida (citado por Kukolgi et al., (1999). Considerando a afirmação anterior, os atletas raramente correm a distância de 40yd (36,6m) em

qualquer tipo de jogo. Contudo, existem correlações significativamente elevadas entre os tempos de corrida de 5yd, 15yd e 40yd (Crews, T. & Meadors, 1978).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra utilizada neste estudo foi constituída por 11 indivíduos do sexo masculino, voluntários e alunos do segundo ano do Curso Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. A escolha da amostra incidiu sobre estes indivíduos pela facilidade de se poderem deslocar ao laboratório da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. A relação próxima destes sujeitos com o exercício físico constitui um dos aspectos influentes na escolha, não havendo assim problemas em realizar este tipo de testes.

Os indivíduos que integram a amostra têm idades compreendidas entre os 20 e os 25 anos e com uma média de idades de 21,36 anos, sendo praticantes de actividade física regular.

A todos os sujeitos que se disponibilizaram a participar no estudo foi-lhes solicitado que assinassem uma declaração em como eram voluntários para a realização do estudo, sendo-lhes explicado o contexto do estudo e os seus objectivos, bem como o carácter dos testes que iriam realizar.

A todos os indivíduos foi atribuído um código representado por 6 caracteres: uma letra R seguida de cinco algarismos, os dois primeiros relativos ao ano corrente (04), seguindo-se três algarismos específicos para cada sujeito, facilitando a sua identificação.

Durante todo o desenrolar do estudo, os sujeitos foram sendo informados acerca do seu funcionamento e ainda sobre os conteúdos teóricos inerentes à respectiva investigação.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A recolha de dados para efectuar o estudo realizou-se em dois períodos distintos, entre os meses de Janeiro e Abril e os meses de Novembro e Dezembro, respectivamente. Os dados foram recolhidos no Laboratório do Centro de estudos

Biocinético da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física decorridos num conjunto de sessões.

O primeiro período, foi relativo às primeiras visitas ao laboratório, onde inicialmente, se procedeu à recolha dos dados pessoais da amostra (data de nascimento e medições antropométricas), bem como à apresentação do estudo a realizar no que se refere aos testes e condições de realização dos mesmos.

As restantes sessões, consistiram na realização dos seguintes testes anaeróbios (Teste de Força-Velocidade, Teste de Wingate). Assim, nas sessões iniciais os sujeitos realizaram os testes anaeróbios referidos anteriormente permitindo-lhes uma adaptação ao equipamento e familiarização com os respectivos protocolos.

O segundo período, coincidiu com as sessões finais, consistindo na realização dos testes anaeróbios de Impulsão Vertical (Squat Jump, CMJ e Multijump) e do teste de Sprint 40m. Ainda, neste momento foram repetidas as medições antropométricas garantindo o rigor do estudo.

2.1. MEDIÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

As medições antropométricas foram obtidas com material específico, e segundo as prescrições técnicas descritas por Sobral & Silva (1998). A determinação destas variáveis tem como por objectivo analisar o nível morfológico dos sujeitos.

As variáveis somáticas foram retiradas com os sujeitos, na posição anatómica, definida por Fragoso & Vieira (2000), como forma de minimizar o erro de medida.

As medições antropométricas foram realizadas pelo mesmo observador. Os dados recolhidos foram registados nas fichas individuais de cada sujeito.

2.1.1. Massa Corporal

O **peso** é a medida que traduz a massa corporal, sendo esta componente registrada em quilogramas (Kg), com aproximação às décimas.

Para a medição desta variável foi utilizada uma balança digital Seca, modelo 770.

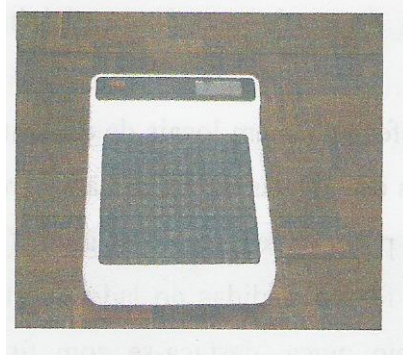


Fig.7: Balança Digital Seca, modelo 770.

Procedimento: O sujeito subiu descalço e com o mínimo de roupa possível (t-shirt e calções) para a balança. A medição do peso foi realizada com o sujeito totalmente imóvel sobre a balança, com os membros superiores estendidos ao lado do corpo e o olhar dirigido para a frente.

2.1.2. Estatura e altura sentado

A estatura traduz a medida entre o vértex do plano de Frankfurt e o plano de referência da balança. A altura sentada corresponde à distância vértico-isquiática, também designada comprimento do busto. Ambas as medidas foram registradas em centímetros (cm) com aproximação às décimas e, obtidas com um estadiómetro Seca, modelo 208.

Procedimento: A medição é realizada com o sujeito descalço e voltado de costa para a régua, ficando esta situada entre as omoplatas. O avaliado dirige o olhar para a frente (o avaliador coloca a mão no queixo - para que este fique na horizontal).

2.1.3. Pregas de adiposidade subcutânea (“skinfolds”)

As pregas de adiposidade subcutânea ou (SK - “skinfolds”) constituem um dos parâmetros para a determinação da composição corporal, relativamente à componente de massa gorda.

Para a medição das pregas de gordura cutânea foi utilizado um adipómetro SlimGuide com uma escala milimétrica.

Neste sentido, serão recolhidas as seguintes pregas:

2.1.3.1. Membro Superior

Prega Tricipital: prega medida na vertical e na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e radial.

2.1.3.2. Tronco

Prega Subescapular: prega medida com orientação oblíqua, dirigida para baixo e para o exterior, no ângulo inferior da omoplata ou escápula.

2.1.3.3. Membro Inferior:

2.1.3.3.1. Coxa

Prega Crural: prega vertical, medida sobre a linha média da face anterior da coxa direita, a meia distância entre os pontos tibiale e iliospinale. O avaliado encontra-se sentado com o ângulo coxa/perna a 90°.

2.1.3.3.2. Perna

Prega Geminal: prega medida na vertical, com o avaliado sentado e o joelho flectido a 90°. Medida ao nível da máxima circunferência do gêmeo, na face interna da região geminal da perna direita.

Procedimentos: Todas as pregas foram avaliadas do lado direito do sujeito. A prega é segurada com a mão não dominante (a que não pega no adipómetro), em forma de pinça (polegar e indicador). O adipómetro é colocado sensivelmente a 2 cm ao lado dos dedos com uma profundidade de 1 cm. Durante a medição, não podemos tirar a mão que segura a prega. Foram realizadas duas a três medições, pelo que se as medidas não coincidissem, a medida que contava resulta de duas medições consecutivas, cujo o limite de erro, entre as mesmas não seja superior a 2 mm.

2.2. MEDIÇÕES COMPOSTAS

2.2.1. Composição Corporal

As avaliações da composição corporal envolvem a quantificação das contribuições relativas das principais estruturas do corpo humano. Para o nosso estudo foi considerado o somatório das pregas subcutâneas tricipital, subescapular, crural e geminal.

2.2.2. Índice de Massa Corporal

O índice de massa corporal constitui um cálculo indirecto para a determinação da percentagem da massa gorda do corpo humano.

Procedimento: o IMC é igual à variável peso (KG) a dividir pela variável altura ao quadrado ($IMC = P/H^2$ (Kg/m²)).

Índice de Massa Corporal (Kg/m²)	
Muito Magro	18.0
Magro	18.1 a 21.4
Médio	21.5 a 25.6
Corpulento	25.7 a 30.5
Obeso	30.5

Quadro 2: Escala de classificação dos indivíduos pelo Índice de Massa Corporal

3. TESTES ANAERÓBIOS: PROTOCOLOS - CONDUÇÃO

3.1. Testes de Força – Velocidade

Procedimentos:

1. Calibração do equipamento

O cicloergómetro foi verificado antes do início de todas as sessões de testes. Foi verificada a posição da fita de tensão da resistência, devendo estar colocada na superfície de contacto com a roda.

De seguida, procedeu-se à calibração do cesto (destinado à colocação dos pesos). Com 4 Kg de carga no cesto, a roda foi colocada em movimento com uma mão, devendo o cesto elevar-se entre 3 a 8 cm, a partir de uma posição estática. Quando tal não foi verificado, o comprimento de fita foi ajustado, de modo a enquadrar a distância entre o cesto e a roda no intervalo anteriormente mencionado.

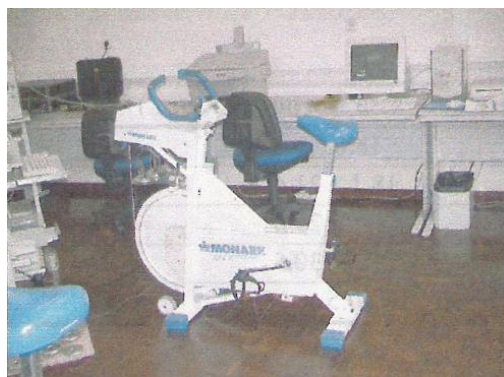


Fig.8: Cicloergómetro Monark 834E, utilizado na realização do teste F-V e WAnT.

2. Altura do selim

A altura óptima do selim foi ajustada para cada sujeito, proporcionando uma ligeira flexão do joelho quando o pedal se encontra na parte mais baixa da sua trajectória. A altura óptima de cada sujeito foi registada na sessão de adaptação, na ficha individual do testes de Força - Velocidade, para posterior aplicação na realização do teste.

3. Aquecimento

O aquecimento teve a duração total de 6 minutos, integrando duas partes, uma em cima do cicloergómetro e outra num tapete destinado à realização de alongamentos. Durante os primeiros 4 minutos, o sujeito pedalou a uma velocidade de 60 rpm (contra uma resistência mínima). Durante este período foram realizados três sprints máximos, com a duração aproximada de 2 a 3 segundos vencendo uma força aplicada de 75 g.Kg^{-1} de massa corporal (carga a aplicar no primeiro sprint do teste). O primeiro sprint foi realizado no final do primeiro minuto, sendo os restantes sprints efectuados no final de cada minuto seguinte (após o terceiro e último sprint, o sujeito pedalou durante um minuto).

Após a realização dos sprints, o sujeito executou três exercícios específicos referentes ao alongamento dos músculos da coxa (quadricípede, isquiotibiais e adutores). Estes exercícios foram iguais para toda a amostra com a duração de dois minutos.

Posteriormente, foi pedido ao sujeito que regressasse ao cicloergómetro para iniciar o teste.

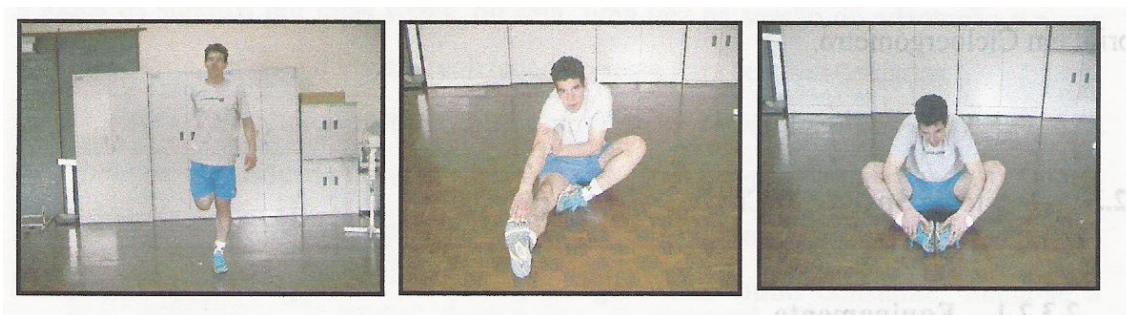


Fig.9: Sequência de Alongamentos realizada durante o período de flexibilidade do aquecimento dos testes Força-Velocidade, Wingate, Impulsão Vertical e Sprint 40m.

4. Realização do teste Força - Velocidade propriamente dito

O teste força velocidade consiste na realização de 3 a 6 sprints máximos. Relativamente à resistência a aplicar durante o teste, esta difere a cada repetição. No primeiro sprint a resistência aplicada é de 75 g.Kg^{-1} de massa corporal do sujeito, sendo o valor de resistência nas aplicações posteriores correspondente ao desempenho do sujeito no primeiro sprint (velocidade e potência máxima atingidas no sprint).

Entre cada sprint foi realizado um intervalo de recuperação de cinco minutos. No primeiro minuto o sujeito realiza recuperação activa, pedalando a uma velocidade constante de 60 rpm (sem resistência), seguindo-se 4 minutos de recuperação passiva.

Ao terminar o teste, o sujeito pedala sem qualquer resistência por um período igual ou superior a 3 minutos.

5. Resultados obtidos

A realização deste teste permite determinar o valor óptimo da potência anaeróbia do sujeito, a velocidade óptima e a resistência óptima através da equação desenvolvida por Winter (1991).

3.2. Teste de Wingate

Procedimentos:

1. Calibração do aparelho

Antes da realização de cada teste, procedemos à verificação da fita de tensão de resistência, colocando-a na superfície de contacto. De seguida, procedeu-se à calibração do cesto, colocando 4 kg de carga e movimentando a roda com uma mão.

Com este movimento, o cesto deveria elevar-se entre 3 a 8 centímetros a partir da posição estática. Quando tal não foi verificado, o comprimento de fita foi ajustado, de modo a enquadrar a distância entre o cesto e a roda no intervalo anteriormente mencionado.

2. Altura do selim

A altura óptima do selim foi ajustada para cada sujeito, garantindo uma ligeira flexão do joelho quando o pedal se encontra na parte mais baixa da sua trajectória. A altura óptima de cada sujeito foi registada na sessão de adaptação, na ficha individual do testes de Força - Velocidade, para posterior aplicação na realização do teste.

3. Correias de fixação

Os pés do sujeito foram fixos ao pedal utilizando correias de fixação.

4. Aquecimento

Cada sujeito realizou um aquecimento de 4 minutos que consistia em pedalar a 60 rpm num cicloergómetro, intercalados com três sprints máximos com a duração de 2 a 3 segundos cada, contra uma resistência de 75 g.Kg^{-1} de massa corporal para familiarizar o sujeito com o teste. O primeiro sprint foi realizado no final do primeiro minuto de aquecimento e os restantes realizados no final de cada minuto seguinte. Após o aquecimento, o sujeito realizava três exercícios de alongamentos específicos dos seguintes músculos: adutores, isquiotibiais e quadricípede. Estes exercícios foram iguais para toda a amostra e com a duração aproximada de dois minutos.

Posteriormente foi pedido ao sujeito que regressasse ao cicloergómetro para iniciar o teste.

5. Realização do teste Wingate propriamente dito

A todos os sujeito foram concedidas instruções estandardizadas para a realização do teste, que consistiram em pedalar durante 30 segundos se possível em esforço supra – maximal com uma aplicação de força resistente e constante equivalente a 75 g.Kg^{-1} da massa corporal. Com o comando “partida”, os sujeitos iniciavam o teste propriamente dito.

Nos quinze segundos antecedentes ao início do teste, o cesto da carga pré – prescrita é sobrelevado para reduzir a tensão da banda da alavanca, e ao sujeito é pedido que pedale a uma rotação constante de 60 rpm contra uma resistência mínima. Quando esta situação foi conseguida, era dado o sinal ao sujeito para se preparar. Neste momento foi enunciada a palavra “já”, em que o sujeito respondeu acelerando ao máximo enquanto simultaneamente o cesto com a carga resistente é libertado e é pressionada a tecla “SPACEBAR” do computador para começar a recolha de dados.

Após a realização do teste, os sujeitos pedalaram durante alguns minutos sem resistência imediatamente a seguir ao teste.

O sujeito é fortemente encorajado para pedalar o mais rápido possível até atingir o pico de velocidade tentando aí permanecer o maior tempo possível.

3.3. Teste de Impulsão de Vertical

No Ergojump foram realizados três testes para avaliar a impulsão vertical e a potência máxima instantânea dos membros inferiores, sendo os saltos seleccionados o Squat Jump, o Countermovement Jump e o Multjump (15''), método introduzido por Bosco & Komi (1979 citado por Bosco, 1987).

1. Aquecimento

O aquecimento teve a duração total de 6 minutos. Todos os sujeitos começaram por realizar corrida contínua na passadeira a uma velocidade de 6 Km/h durante 3 minutos, executando nos 2 minutos seguintes três exercícios específicos (iguais para toda a amostra): alongamento dos músculos quadríceps, adutores e isquiotibiais. No último minuto, escutavam a explicação do movimento a realizar e executavam-no três vezes fora do tapete com cadência.

Realização do teste Impulsão Vertical propriamente dito

3.3.1. Squat Jump (SQJ)

Posição inicial: O avaliado coloca-se sobre o Ergojump - mãos na cintura, os membros inferiores flectidos ao nível da articulação do joelho a 90° e os pés à largura dos ombros (com os calcanhares assentes no tapete de contacto), sem realizar nenhum contra - movimento. O sujeito permanece nesta posição durante 3''.



Fig.10: Realização do teste Impulsão Vertical- Squat Jump (posição Inicial).

Execução: Ao sinal “VAI”, realiza 1 salto procurando atingir a altura máxima. O sujeito realiza três tentativas sendo considerada para o estudo a melhor marca.

Posição final: A recepção sobre o tapete é realizada com os membros inferiores em extensão.

Após o término do teste. O sujeito recupera passivamente durante um minuto.

3.3.2. Countermovement Jump (CMJ)

Posição inicial: O avaliado coloca-se sobre o Ergojump - mãos na cintura e os pés à largura dos ombros, com os calcanhares assentes no tapete de contacto; o tronco deve manter-se direito e os membros inferiores em extensão completa.

Execução: Ao sinal “VAI”, realiza 1 salto (movimento flexão/extensão rápido e vigoroso dos membros inferiores) procurando atingir a altura máxima. O sujeito realiza três tentativas sendo considerada para o estudo a melhor marca.

Posição final: A recepção sobre o tapete é realizada com os membros inferiores em extensão.

Após o término do teste. O sujeito recupera passivamente durante um minuto.

3.3.3. Multijump 15”

Posição inicial: O avaliado coloca-se sobre o Ergojump - mãos na cintura e os pés à largura dos ombros, com os calcanhares assentes no tapete de contacto; o tronco deve manter-se direito e os membros inferiores em extensão completa.

Execução: Ao sinal “VAI”, realiza saltos consecutivos (movimento de flexão/extensão rápido e vigoroso dos MI), em que a flexão da coxa sobre a perna forma *um ângulo de 90°* ao nível da articulação do joelho, procurando atingir sempre a altura máxima durante os saltos verticais. O teste pressupõe que os sujeitos realizem a cadência de um salto por segundo, em 15 segundos realizar 15 saltos. As mãos durante os testes permanecem na cintura.

Posição final: A recepção sobre o tapete é realizada com os membros inferiores em extensão.

Após o término do teste. O sujeito recupera passivamente durante um minuto.



Fig.11: realização do teste de Impulsão Vertical (CMJ e MJ), posição inicial e final.

3.4. Sprints 40m

O teste sprint 40 metros utilizou o espaço do pavilhão III do Estádio Universitário.

Procedimento:

Inicialmente procedeu-se à marcação do local de partida e chegada respeitando a distância de 40 metros, através de uma linha sinalizadora no solo. De seguida, foram colocadas as células fotoelétricas nos seguintes locais: partida e 40m.

1. Aquecimento

O aquecimento teve a duração total de 6 minutos. Nos 3 minutos iniciais todos os sujeitos realizaram corrida contínua, seguindo-se nos 3 minutos finais a realização de três exercícios específicos de alongamentos dos músculos adutores, isquiotibiais e quadríceps e subsequente preparação para a realização do teste.

2. Realização propriamente dita

O sujeito simula previamente a partida, com o intuito de definir a sua perna de arranque. De seguida, coloca-se sobre a linha de partida.

Posição de inicial

O sujeito assume a posição de partida – posição assimétrica dos membros superiores em relação aos membros inferiores; o braço avançado é o do lado do apoio mais recuado, membros inferiores ligeiramente flectidos e membros superiores semi-flectidos, colocados junto do tronco.



Fig.12: Realização do teste de Sprint 40m. Após o sinal de partida, o sujeito corre à velocidade máxima até atingir os 40m.

Execução

Ao sinal de partida, o sujeito parte e corre à velocidade máxima até atingir os 40 metros de corrida.

Concluindo o teste, o sujeito recupera durante 2 minutos, para reiniciar o teste e realizar no total 3 tentativas.

Para o estudo, foi considerado a melhor marca atingida nas 3 tentativas.

3. Resultados do teste

O sistema utilizado permite o registo do tempo gasto a percorrer a distância dos 0m aos 40m. As células fotoeléctricas proporcionam ainda o valor de velocidade média (Km/h) do sujeito e o intervalo de tempo (s) registado.

4. ANÁLISE DOS DADOS E ESTATÍSTICA

4.1. Variáveis obtidas

Os testes anaeróbicos realizados permitem obter diferentes variáveis que caracterizam a via anaeróbia dos sujeitos.

4.1.1. Teste de Força – Velocidade

A concretização do teste de Força – Velocidade permite determinar as seguintes variáveis, potência anaeróbia máxima (PAnM) e a carga ótima.

- **Potência Anaeróbia Máxima (PAnM)** - traduz o valor mais alto de potência média obtida durante uma revolução completa no cicloergómetro.

- **Carga Ótima** – calculada através da equação da parábola ($y = mx + b$) desenvolvida por Winter, utilizando os valores do RPM e do PP em cada sprint e ainda a carga utilizada em cada sprint.

4.1.2. Teste de Wingate

A realização do teste de Wingate, permite determinar as seguintes variáveis, potência anaeróbia máxima (PAnM), a capacidade anaeróbia (CA), o instante em que a PAnM é atingida, o índice de fadiga e o trabalho mecânico total realizado no teste.

A) **Potência Anaeróbia Máxima (PAnM)**- definida como a potência mecânica mais elevada conseguida aproximadamente nos primeiros 5-8 segundos do teste, e que traduz a capacidade que o sujeito tem em produzir a maior quantidade de trabalho possível no menor tempo.

B) **Capacidade Anaeróbia (CA)** - correspondente à potência média calculada durante o período de 30 segundos.

C) **Índice de Fadiga (IF)** - reflecte o decréscimo do valor da potência ao longo do teste, sendo expresso em valor percentual.

D) **Trabalho Total** - referente ao trabalho total desenvolvido pelo sujeito na realização do teste.

4.1.3. Teste de Impulsão Vertical

O teste de impulsão vertical permite aceder às seguintes variáveis:

- **Potência Máxima** – resultante do produto da força instantânea exercida pelo sujeito na plataforma de forças pela aceleração do centro de gravidade do corpo.

- **Altura do salto (H).**

- **Tempo de voo (tv)**

4.1.4. Teste Sprint 40 metros

As variáveis do teste de Sprint que se seguem foram calculadas pelo Ergotester (ligado às células fotoeléctricas) e utilizadas no final do teste:

- **Velocidade Máxima e Média;** calculada pelos valores de tempo e distância.

- **Tempo** registado em cada sprint.

4.2. Técnicas Estatísticas Utilizadas

Para a análise de dados foi utilizado o programa *SPSS version 12.0 for Windows* e o programa Excel (*versão Windows XP*).

4.2.1. Estatística Descritiva

Para todas as variáveis quantitativas obtidas na realização dos testes anaeróbios, foram calculadas a média e respectivos desvio padrão.

4.2.2. Correlações

Os resultados obtidos permitem-nos elaborar correlações entre as diferentes variáveis estatísticas, possibilitando assim a elaboração de um conjunto de quadros e gráficos, onde facilmente é observado o tipo de relações existentes entre as variáveis, sendo utilizada a correlação Momento Produto de Pearson.

Para ambas as técnicas estatísticas foi considerado o nível de significância de 0,05 ($p < 0,05$) e 0,01 ($p < 0,01$). Assim, no teste *t Student* um nível de significância inferior a 0,05 corresponde a diferenças estatisticamente significativas enquanto que um nível de significância inferior a 0,01 corresponde a diferenças significativamente. A técnica de estatística para coeficiente Produto Momento de Pearson, foi considerado o nível de significância inferior a 0,05 corresponde a uma correlação significativa. Já o nível de significância inferior a 0,01 corresponde a uma correlação altamente significativa.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O presente estudo foi realizado com uma amostra de 11 sujeitos, todos do sexo masculino e alunos do 2º ano do Curso de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Os sujeitos que constituem a amostra são praticantes de actividade física regular.

De seguida, estão apresentados os valores correspondentes às características antropométricas dos sujeitos da amostra:

Quadro 3: Valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) da amostra relativamente à Idade, Estatura, Altura Sentado, Comprimento do Membro Inferior. N representa o número de sujeitos que constituem a amostra.

n	Idade (anos)	Estatura (cm)	Altura Sentado (cm)	Comprimento M.I. (cm)
11	21,36 \pm 1,57	174,24 \pm 5,86	90,21 \pm 4,26	84,04 \pm 3,09

Quadro 4: Valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) dos sujeitos da amostra relativamente à Massa Corporal, Somatório das Pregas (Tricipital, Subscapular, Crural e Geminal), Índice de massa Corporal e Volume Magro do Membro Inferior (L). N é o número de sujeitos que compõe a amostra.

N	Massa Corporal 1 (Kg)	Massa Corporal 2 (kg)	Σ Pregas (mm)	IMC
11	74,69 \pm 10,20	75,45 \pm 10,24	42,59 \pm 12,13	24,70 \pm 3,16

2. CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DOS TESTES F-V, WINGATE E IMPULSÃO VERTICAL

Teste de Força-Velocidade

Após a realização do teste F-V, foram considerados os dados relativamente às variáveis potência anaeróbia máxima óptima (OPP) em termos absolutos e relativos.

Quadro 5: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média \pm desvio padrão) das variáveis PAnM óptima absoluta (OPP-abs), a PAnM óptimo relativo (OPP-rel) em que n corresponde ao número de sujeitos que compõem a amostra; OPP-abs – é a PAnM óptima absoluta (W); OPP-rel – é a PAnM óptima relativa (W/Kg).

n	OPP-abs (W)	OPP-rel (W/Kg)
11	952,97 \pm 156,33	12,75 \pm 1,31

Teste de Wingate

Relativamente ao teste de Wingate as variáveis a considerar foram a potência máxima anaeróbia (“*peak power*”) e a capacidade anaeróbia (CA), em termos absolutos e relativos.

Quadro 6: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média \pm desvio padrão) para a potência anaeróbia máxima (PAnM), capacidade anaeróbia (CA), em termos absolutos e relativos, a carga utilizada, obtidos pelo teste Wingate (carga 0,075 Kg.Kg⁻¹MC).

Carga	PAnM-abs (W)	CA-abs (W)	PAnM-rel (W/Kg)	CA-rel (W/Kg)
0,075	816 \pm 104,57	643,13 \pm 74,61	10,78 \pm 1,09	8,65 \pm 0,67

Teste de Impulsão Vertical no Ergojump

As variáveis dependentes consideradas nos testes Impulsão Vertical foram o tempo de voo (tv) para os protocolos dos testes de SQJ e CMJ, e as variáveis potência média, altura do centro de gravidade e tempo de voo médio do teste MJ.

Quadro 7: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média \pm desvio padrão) para a variável tempo de voo em dois testes de Impulsão Vertical (SQJ e CMJ) e as variáveis potência média (W), tempo de voo (tv) e altura do centro de gravidade obtidas no teste multijump (15 seg).

tvSQ Jump (seg)	tvCMJ (seg)	Multijump		
		Pm (W)	Tv (s)	Alt. Cg (m)
0,54 \pm 0,03	0,56 \pm 0,03	24,52 \pm 3,07	0,55 \pm 0,02	0,30 \pm 0,03

Teste de Sprint 40m

As variáveis consideradas neste teste foram o tempo total gasto pelo sujeito a percorrer a distância de 40m (t40) e a velocidade média do sprint (v).

Quadro 8: Apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão (média \pm desvio padrão) para a variável tempo nos sprints 40m.

Velocidade_Média (Km/h)	t40 (s)
25,87 \pm 1,27	5,57 \pm 0,30

3. CORRELAÇÕES

3.1. Correlações dos resultados obtidos com as variáveis antropométricas

Quadro 9: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste F-V com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m²).

TESTE FORÇA-VELOCIDADE (F-V)

Variáveis Antropométricas	Sign.	PP-Abs	PP-Rel
MASSA CORPORAL1	Correlação de Pearson	,345	-,024
	Sign.	,299	,945
Σ PREGAS SUBCUTÂNEAS	Correlação de Pearson	,450	-,277
	Sign.	,165	,409
IMC	Correlação de Pearson	,736**	,073
	Sign.	,010	,830

** A correlação é significativa para 0,01

* A correlação é significativa para 0,05

Pela análise do quadro 9, constatamos a existência da correlação positiva e significativamente elevada ($p < 0,01$) entre o IMC e o PP do teste F-V. No que diz respeito, às restantes variáveis não se verificaram correlações.

Quadro 10: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste Wingate com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m²).

TESTE WINGATE (WAnT)

Variáveis Antropométricas	Sign.	PP-Abs	PP-Rel	MP-Abs	MP-Rel
MASSA CORPORAL1	Correlação de Pearson	,317	-,092	,290	-,452
	Sign.	,342	,788	,386	,163
Σ PREGAS SUBCUTÂNEAS	Correlação de Pearson	,422	-,274	,375	-,756
	Sign.	,196	,416	,256	,007
IMC	Correlação de Pearson	,642*	-,132	,597	-,547
	Sign.	,033	,699	,052	-,082

** A correlação é significativa para 0,01

* A correlação é significativa para 0,05

Relativamente ao teste de Wingate a variável potência anaeróbia máxima (W) correlaciona-se positiva e significativamente com a variável antropométrica IMC, não se verificando qualquer correlação para as restantes variáveis.

Quadro 11: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Impulsão Vertical (SQJ, CMJ, MJ) com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC(Kg/m²).

TESTE IMPULSÃO VERTICAL

Variáveis Antropométricas	Sign.	SQJ	CMJ	MJ		
		Tv	Tv	PM	Alt. Cg	Tv
MASSA CORPORAL2	Correlação de Pearson Sign.	,094 ,783	-,394	-,543 ,084	-,492 ,124	-,523 ,099
Σ PREGAS SUBCUTÂNEAS	Correlação de Pearson Sign.	-,209 ,538	-,607* ,048	-,710* ,014	-,752** ,008	-,858** ,001
IMC	Correlação de Pearson Sign.	,120 ,724	-,261 ,439	-,611* ,046	-,607* ,048	-,747** ,008

** A correlação é significativa para 0,01

* A correlação é significativa para 0,05

No teste de Impulsão Vertical, podemos constatar que apenas as variáveis consideradas do teste de Multijump apresenta correlações negativas e significativamente elevadas para as variáveis antropométricas (Σ das pregas subcutâneas e IMC). Contudo, a variável tempo de voo no teste CMJ apresenta correlações negativa e significativamente moderada com o Σ das pregas subcutâneas.

Quadro 12: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Sprint 40m com as variáveis antropométricas (Massa Corporal (Kg), Σ das pregas subcutâneas (mm) e o IMC (Kg/m²).

TESTE SPRINT 40M

Variáveis Antropométricas	Sign.	Vel. Média (Km/h)	Tempo (s)
MASSA CORPORAL²	Correlação de Pearson Sign.	-,432 ,185	-,441 ,175
Σ PREGAS SUBCUTÂNEAS	Correlação de Pearson Sign.	-,744** ,009	-,719* ,013
IMC	Correlação de Pearson Sign.	-,722* ,012	,692* ,018

** A correlação é significativa para 0,01

* A correlação é significativa para 0,05

Através da análise do quadro 12, constatamos que as variáveis antropométricas, Σ das pregas subcutâneas e IMC apresentam correlações negativas e significativamente elevadas com as variáveis velocidade média e tempo de corrida do teste de Sprint 40m. Contudo, a variável antropométrica IMC, revela uma correlação positiva e significativa com o tempo de corrida.

Quadro 13: Nível de significância referente à comparação dos resultados obtidos no teste de Sprint 40m (tempo) com as respectivas variáveis dos testes laboratoriais Anaeróbios.

	F-V		WAnT				Impulsão Vertical				
	PP (W)	PP (W/Kg)	PP (W)	PP (W/Kg)	MP (W)	MP (W/Kg)	SQJ Tv(s)	CMJ Tv(s)	MJ		
									PM	Alt. Cg	Tv (s)
Sprint T(s)	,556 ,076	-,183 ,591	,677* ,022	-,044 ,898	,573 ,065	-,458 ,157	-,086 ,802	-,575 ,064	- ,673* ,018	- ,743** ,009	- ,747** ,008

** A correlação é significativa para 0,01

* A correlação é significativa para 0,05

Analisando o quadro 13, podemos observar que não existem correlações entre as variáveis do teste de F-V com a variável tempo do teste de sprint. Relativamente ao teste de Wingate, apenas se verifica que a variável potência anaeróbia máxima apresenta uma correlação positiva e altamente significativa com a variável tempo de corrida no teste de sprint 40m. Considerando, os três protocolos de testes de Impulsão Vertical, apenas o teste MJ apresenta correlações com o tempo de corrida no teste de Sprint 40m. Assim, a correlação é negativa e altamente significativa para $p < 0,05$, entre as variáveis potência média do teste MJ e o tempo de corrida no teste de sprint 40m. As variáveis altura do cento de gravidade e tempo de voo no teste MJ, revelaram correlações negativas e altamente significativas para $p < 0,01$ relativamente à variável tempo de corrida sprint 40m.

3.2. Teste Wingate / Teste Sprint 40m

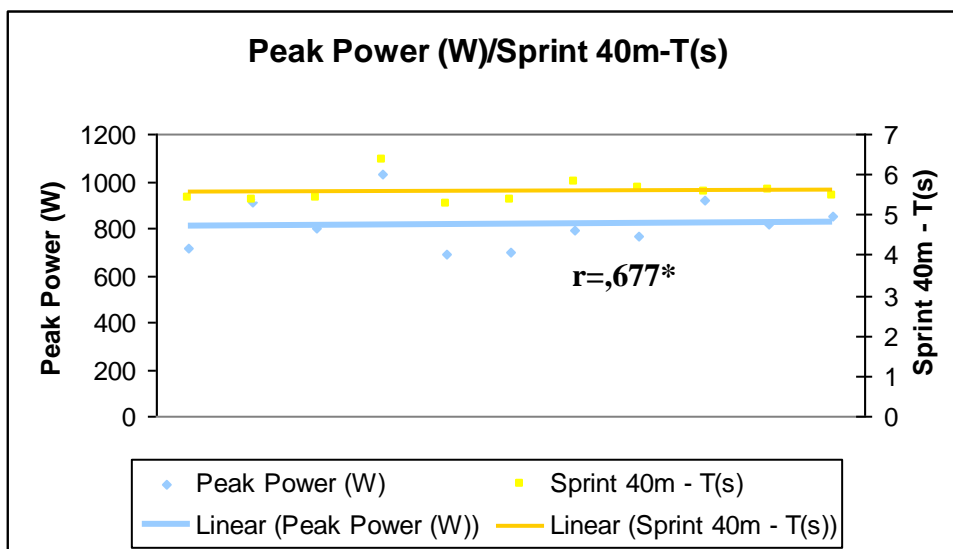


Gráfico1: Correlação entre as variáveis Peak Power (W) (WAnT) e tempo (s) (Sprint 40m).

Observando o gráfico 1, podemos constatar que as variáveis apresentam uma correlação positiva e altamente significativa ($r = 0,677$; $p < 0,05$).

Ao considerar a variável tempo de voo obtida no teste MJ, esta variável evidencia uma correlação negativa e altamente significativa com a variável tempo de Sprint 40m ($r=-,747$; $p<0,01$).

3.5. Teste Impulsão Vertical - MJ / Teste Sprint 40m

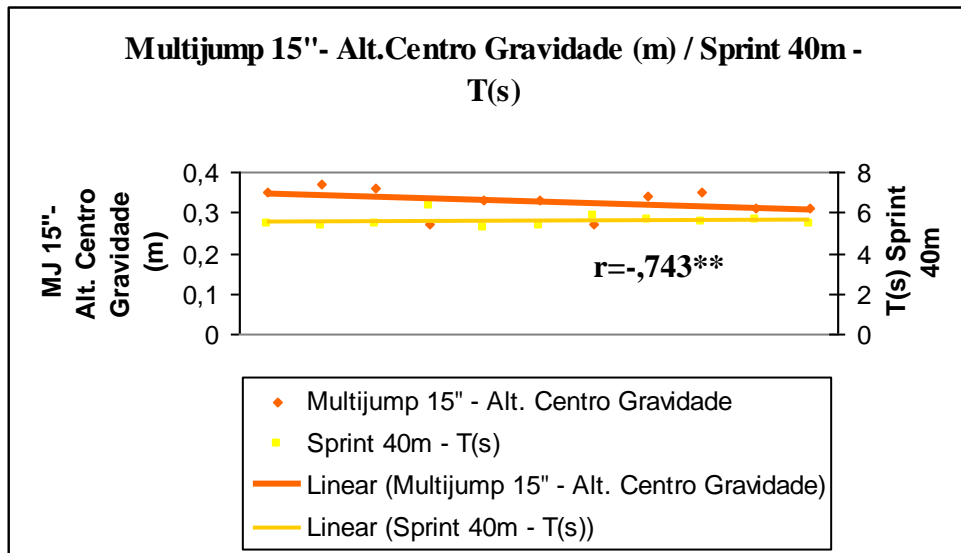


Gráfico4: Correlação entre as variáveis Peak Power (W) (WAnT) e tempo (s) (Sprint 40m).

Relativamente à variável altura do centro de gravidade obtida no teste MJ, podemos verificar a existência de uma correlação negativa e altamente significativa com o tempo de sprint 40m ($r=-,743$; $p<0,01$).

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pela facilidade da sua aplicação, o recurso a testes de campo na avaliação da performance anaeróbia é bastante frequente, mas os seus resultados devem ser comparados com os obtidos em condições laboratoriais.

A questão central deste trabalho consiste em relacionar a velocidade de corrida com os resultados obtidos em testes laboratoriais que se propõem a avaliar os parâmetros anaeróbios.

Variáveis Antropométricas

A influência das variáveis antropométricas nos valores de performance constituem um parâmetro a avaliar pelo que, neste estudo se verificou uma correlação positiva e significativa entre a variável IMC e PP (W) nos testes de F-V e WAnT. A correlação encontrada, revela que esta variável interfere na obtenção da potência máxima anaeróbia em termos absolutos. De salientar que, este aspecto é ainda mais relevante no caso dos testes em cicloergómetro, dado que o sujeito não necessita de deslocar o seu corpo, colocando assim, a sua massa sobre o cicloergómetro, possibilitam-lhe movimentar cargas superiores.

As medições antropométricas assumem uma importância acrescida quando fazemos referência a testes que envolvem a deslocação e o transporte do corpo, designadamente os testes considerados no estudo: Impulsão Vertical e o teste Sprint 40m. Assim, nos testes de Impulsão Vertical, estabeleceram-se correlações negativas e altamente significativas entre as variáveis Σ das pregas subcutâneas e as variáveis de tempo de voo nos testes de CMJ e MJ, e entre as variáveis potência média e altura do centro de gravidade. O mesmo se verificou quando consideramos a variável IMC. Estes resultados vão de encontro ao que Correia (2001) referiu no seu estudo, que devem ser considerados os valores de altura do centro de gravidade e o tempo de voo, uma vez que uma potência elevada pode não reflectir uma boa impulsão vertical. Assim, podemos inferir que os sujeitos que apresentem um somatório de pregas superiores terão menores

valores de altura de salto e respectivo tempo de voo. Outro estudo realizado por Faustino (2004), e tendo em conta o somatório das pregas, constatou-se uma correlação negativa e significativa entre esta variável e a velocidade média alcançada na 1ª, 2ª, 4ª e 5ª série em sprints 35m. Na 3ª série verificou-se uma correlação altamente significativa entre as variáveis em estudo, isto significa que, quanto maior o somatório das pregas, menor a velocidade média atingida pelos sujeitos. Considerando os resultados obtidos nas variáveis somatório das pregas e a velocidade média de corrida, verificámos uma correlação negativa e significativamente elevada ($r=-.744$, $p<0,01$), que nos indica que os sujeitos com menores índices de somatório de pregas obterão maiores valores em velocidade média, traduzindo-se na diminuição do tempo de corrida relativamente à distância considerada ($r=.719$, $p<0,05$).

Van Ingen et. al (1996), referem que as medidas antropométricas constituem um pré-requisito para obter boas performances atléticas em diversos desportos.

Teste sprint 40m e as Variáveis Anaeróbias

A performance anaeróbia envolve curtos períodos de exercício intenso, como são exemplos os sprints e os saltos, assegurados predominantemente nos sistemas de energia imediata (sistema dos fosfagénios) e de curta duração (via glicolítica) (Baker, 1996).

Os testes incluídos neste estudo permitiram obter valores que caracterizam e quantificam a performance anaeróbia.

Considerando então, os parâmetros dos respectivos testes aplicados podemos constatar que o teste de Impulsão Vertical (MJ) foi o teste que se relaciona mais fortemente com a velocidade de corrida (sprint 40m).

No que diz respeito aos testes de Impulsão Vertical (SQJ e CMJ), a ausência de relação entre as variáveis vai de encontro ao que Adams (1998) refere que na realização de um salto vertical os sujeitos não solicitam a sua força máxima, podendo ser justificado pelas características neuromusculares da composição das fibras musculares e ainda, nos processos de activação e recrutamento as mesmas para a contracção.

As variáveis do teste Multijump 15'', designadamente a potência média, o tempo de voo e a altura do centro de gravidade apresentam correlações negativas e altamente significativas elevadas ($r=-.673$, $p<0,05$; $r=-.747$ e $r=-.743$, $p<0,01$, respectivamente). Estes resultados vão de encontro ao que Kukolj (1999) refere no seu estudo realizado a

15 estudantes de Educação Física que os saltos repetidos e o sprint são geralmente considerados como movimentos dinâmicos que requerem potência muscular elevada e por este factor as variáveis correlacionam-se fortemente. O mesmo autor ainda refere neste estudo que a impulsão vertical não indica os valores de potência máxima.

Assim, podemos aferir que este teste MJ constituiu o melhor teste quando relacionamos as variáveis obtidas com a velocidade de corrida pelo que aquando da sua realização ocorre o transporte da massa corporal, à força explosiva que lhe está associada e ainda, à componente elástica dos membros inferiores. Outras características que poderão evidenciar as variáveis do teste Multijump 15'' estão relacionadas com os processos neuromusculares, designadamente ao que se refere à activação e recrutamento das fibras musculares e também à composição muscular do indivíduo, relativamente ao tipo de fibras musculares (fibras tipo I, II- a,b,c).

De acordo com Bouchard et al. (1996), a performance anaeróbia é fortemente influenciada pelo tipo de fibras que constituem o músculo. Van Praagh (2000) e Vandewalle et al. (1987) defendem que a velocidade de contracção de fibras musculares influencia o valor da força e potência gerada pelo indivíduo, uma vez que ambas se relacionam com a velocidade. A velocidade de contracção das fibras do tipo II (nomeadamente fibras IIb) é significativamente superior às do tipo I. Esta hipótese é suportada pelos estudos de Froese & Houston (1987) e Hautier et al. (1996), citados por Driss et al. (1998), que apontam correlações significativas entre a potência anaeróbia máxima e a percentagem de fibras do tipo II.

No que concerne à influência dos factores de ordem neurológica, Komi e Karlsson (1979, citados por Van Praagh et al., 1990), a potência muscular depende do nível de activação das unidades motoras. Deste modo, algumas das diferenças observadas podem ser explicadas pelas diferenças na capacidade de activação das unidades motoras.

Contudo, a corrida depende de igual modo de factores como a potência muscular dos membros inferiores, que pelo valor da variável PP-abs do teste WAnT podemos observar uma correlação positiva e significativa entre ambas.

Segundo Bar-Or, O. & Inbar, O. (1978), Costill et al. (1968); Tharp, G. D. et al. (1985), citado por Adams (1998) o sprint de 40m apresenta correlações moderadas a elevadas ($r = -.53$ - $.91$) com a variável *peak power* obtida no teste de Wingate. De igual modo, Bar-Or & Inbar (1978) e Tharp et al. (1985), citados por Rowland (1996) apontam também a existência de correlações significativas entre a performance sprint e

a potência gerada no teste de Wingate, em indivíduos com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos de idade.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apresentamos de seguida as principais conclusões deste estudo, tendo em conta os resultados obtidos bem como a discussão realizada no capítulo anterior. Serão também apresentadas algumas recomendações e sugestões para dar continuidade à investigação na área em estudo.

1. Conclusões

Considerando os resultados obtidos:

- As variáveis consideradas no teste Força – Velocidade não apresentaram relações quer em termos absolutos quer em termos relativos.

- As variáveis obtidas no teste de WAnT apresentaram correlações estatisticamente significativas ($r=,677$; $p<0,05$), o que se traduz na potência dos membros inferiores para a acção motora de correr. No entanto, esta correlação só se verifica quando os valores são considerados em termos absolutos. Já que em termos relativos a variável, não apresenta qualquer correlação. No que concerne à variável capacidade anaeróbia, quer em termos absolutos quer em termos relativos, esta não se correlaciona com a variável tempo de corrida do Sprint 40m.

- Os testes de Impulsão vertical designadamente os protocolos Squat Jump e Countermovement Jump, a variável tempo de voo não revelou qualquer correlação com o tempo de corrida de Sprint 40m, pelo que os sujeitos não solicitam a força máxima num salto vertical. Já as diferentes variáveis consideradas no teste Multijump 15'', revelaram correlações negativas e significativamente elevadas com o tempo de corrida no teste Sprint 40m, que poderá justificar-se pelo facto de que nos dois protocolos existe uma acção dinâmica e continuada, ocorrendo em simultâneo o transporte do peso e ainda a presença da força explosiva que ambos exigem. Por este motivo, parece-nos que

este teste e as suas variáveis são os que apresentam a melhor relação com o teste de Sprint 40m tendo em conta os restantes testes efectuados.

2. Sugestões e Recomendações

Face aos resultados obtidos, este trabalho trouxe um conjunto de novas informações que devem ser colocadas em estudo, podendo este constituir um percussor de trabalhos realizados neste âmbito.

Assim, deixamos as seguintes recomendações:

-Realização do mesmo estudo com um maior número de sujeitos, de forma a obter resultados mais conclusivos.

-Realizar correlações das variáveis estudadas com outras variáveis, nomeadamente com o comprimento do membro inferior e o volume da massa magra do membro inferior.

-Efectuar o presente estudo numa população de atletas da modalidade Atletismo, designadamente velocistas e fundistas.

-Incluir um protocolo para a obtenção da variável VO_2 máx (parâmetro aeróbio).

-Para o teste de Sprint considerar as respectivas fases de corrida (aceleração, velocidade máxima e desaceleração).

Bibliografia

Abrantes (2003/2004), Aspectos metodológicos Relacionados com a Avaliação da Potência e Capacidade Anaeróbia, Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC

Adams, G. M. (1998). *Exercise Physiology Laboratory: manual* (3ª Ed.). McGrawHill.

Almuzaini, K. (2000). Optimal Peak and Mean Power on the Wingate test: Relationship with Sprint Ability, Vertical Jump, and Standing Long Jump in Boys. *Pediatric Exercise Science*, Vol. 12, nº 4, Human Kinetics, pp.349-359.

Armstrong, n., Welsman, J. (2000). Anaerobic Performance. In: Armstrong, N. & Van Mechelen, W. (Ed). *Paediatric Exercise Science and Medicine* (1º Ed) (pp. 37-41). Oxford: University Press.

Bar-Or, O. (1996). Anaerobic performance. In: Docherty, D. (Ed). *Measurement in Pediatric Exercise Science* (pp. 161 – 182). Canadian Association of Sport Science.

Chelly, S.M.; Dennis, C. (2001). Leg Power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine Science in Sport & Exercise*, Vol.33, nº 2, pp326-333.

Chia, M. (2000). Assessing Young People's Exercise Using Anaerobic Performance Tests.

Faustino (2003/2004), Avaliação da Performance Anaeróbia e Estado de Fadiga em Exercício máximo de curta Duração, Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.

Gastin, P. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Medicine*, Vol.31, nº10, pp.725 – 741.

Guyton, A. & Hall, J. (1998). *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças* (6ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.

Inbar, O., Bar-Or, O. & Skinner, J.S (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Kukolj, M., Ropret, R., Ugarkovic, D., Jaric, S. (1999). Anthropometric, Strength, and Power Predictors of Sprinting Performance. *Journal of Sports Medicine and Fitness*, Vol.39, nº1, pp. 120 -123.

McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1996). *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance* (4rd ed.). Copyright: Williams & Wilkins.

Mercier, B., Mercier, J., Granier, P., et al. (1992). Maximal anaerobic Power: relationship to anthropometric characteristics during growth. *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 13, nº 1, pp. 21 – 26.

Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance* (3rd ed.). Madison: Brown & Benchmark publishers.

Robergs, R. & Roberts, S. (1997). *Exercise Physiology – Exercise, Performance and Clinical Application*. Mosby.

Van Praagh, E., Fellmann, N., Bedu, M., Falgairette, G., & Coudert, J. (1990). Gender difference in relationship of anaerobic power output to body composition in children. *Pediatric Exercise Science*, 2, pp. 336-348.

Van Praagh, E. (1996). Testing Anaerobic Performance. In: Bar-Or, O. (Ed). *Encyclopaedia of Sports Medicine*. Blackwell Science, Vol.7, pp. 602-616.

Sobral, F. & Silva, M. (1997). *Cineantropometria – Curso Básico*. Textos de Apoio – FCDEF-UC.

Williams, C. A. (1997). Children's and Adolescents Anaerobic Performance During Cycle Ergometry. *Sports Medicine*, Vol. 24, n°4, pp. 227-240.

ANEXO

Termo de Consentimento

Termo de Consentimento

Eu, _____, aceito participar na realização do trabalho de seminário da discente, Carla Sousa, da Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, estando as discentes sob orientação do Mestre Amândio Manuel Cupido dos Santos e a coordenação do Professor Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro.

Neste trabalho, propomo-nos a avaliar alguns parâmetros fisiológicos, nomeadamente a potência anaeróbia máxima, capacidade anaeróbia, velocidade de corrida. Para tal, será necessário realizar alguns testes, tais como: teste de Wingate (30 segundos em cicloergómetro), teste de Força – Velocidade (cerca de 7/8 segundos em cicloergómetro), teste de Impulsão Vertical (execução de 15 saltos máximos no Ergojump), Sprint de 40 metros em velocidade. Serão de igual modo, realizadas as medições antropométricas (Massa Corporal, Estatura, Altura Sentado, Pregas de Gordura Subcutâneas e Circunferências).

A realização destes testes decorrerá no Laboratório de Biocinética da Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, em data a determinar conjuntamente com os alunos e seminaristas.

Percebo a natureza do meu envolvimento nas sessões e serei livre de desistir a qualquer momento.

Coimbra, _____ de _____ de 2004

(Assinatura do Aluno)