

Esta investigação foi desenvolvida no Centro de Estudos Biocinéticos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e implicou a participação dos sujeitos em duas sessões distintas.

Na primeira sessão foram dados a conhecer a cada sujeito os vários objectivos do estudo, esclarecendo-se as etapas da investigação. Posteriormente, pediu-se ao sujeito para ler o termo de consentimento¹, no qual estava explícita a possibilidade de acabar o estudo a qualquer momento, desde que fosse essa a sua vontade. A concordância em participar com as referidas condições implicou a assinatura e o posterior preenchimento de um questionário individual². Através das informações obtidas chegámos à caracterização da amostra relativamente a condições de saúde, prática de actividade física e hábitos tabagistas. Ainda nesta sessão inicial, foi pedido ao sujeito que registasse a sua frequência cardíaca de repouso, logo após o acordar (para posterior tratamento de dados) e procedeu-se à avaliação antropométrica, através da medição das variáveis somáticas.

1. SELECÇÃO DA AMOSTRA

Para a realização deste estudo procedeu-se à selecção de uma amostra constituída por sete sujeitos voluntários do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 22 e os 24 anos, praticantes de actividade física regular.

Todos os participantes no estudo foram seleccionados da população estudantil da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC). Constituía condição necessária a ausência de problemas de saúde que pudessem ser agravados com a execução dos testes e/ou impedir a sua correcta realização, tais como hipertensão, problemas articulares nos membros inferiores, etc.

Procurando homogeneizar a amostra, o processo de selecção dos sujeitos decorreu de acordo com alguns critérios determinantes. No momento da investigação os sujeitos participantes afirmaram não ter contacto com produtos ergogénicos nem se encontrar a tomar qualquer medicação.

¹ Cf. Anexo 1

² Cf. Anexo 2

2. MEDIÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

A selecção criteriosa dos instrumentos de observação, o seu bom estado de funcionamento, o treino dos observadores e as condições ambientais em que se realizam as medições são condições essenciais à validade das medidas.

Os procedimentos de medição das variáveis antropométricas realizadas neste estudo estão de acordo com o descrito por Sobral e Silva (1997).

As medidas antropométricas foram realizadas de forma correcta com o mesmo material e pelo mesmo investigador, segundo uma metodologia definida, para que os resultados pudessem ser claramente entendidos e no futuro, utilizados por outros autores.

Para todos os sujeitos foram utilizados os mesmos instrumentos de medida e os dados recolhidos foram registados nas fichas individuais.

Serão agora referidos os padrões e protocolos que se considera serem de fundamental importância para a avaliação antropométrica:

4.1. Massa Corporal

Para a determinação da massa corporal foi utilizada uma balança marca SECA[®], modelo 714 previamente calibrada, com precisão até às centésimas de quilograma.

A determinação do valor foi efectuada com o sujeito descalço, com o mínimo de roupa (t-shirt e calções), colocado em cima da balança com os braços estendidos ao lado do corpo, completamente imóvel e com o olhar dirigido para a frente.

Os valores foram registados em quilogramas (kg), com aproximação às décimas.

4.2. Estatura

Corresponde à distância máxima entre o *vertex* e o plano plantar, encontrando-se o plano de Frankfurt paralelo ao solo e o corpo na posição anatómica. Para a determinação da altura foi utilizado um estadiómetro marca SECA[®], modelo 220/221, com precisão até às décimas de centímetro.

A medição realizou-se com os sujeitos descalços e virados de costas para a régua do estadiómetro. Quando o observador baixava o cursor, este deveria tocar no *vertex* da cabeça do sujeito, devendo o mesmo baixar-se e retirar-se do local de forma a permitir a

obtenção da medida assinalada. Os valores foram registados em centímetros (cm), com aproximação à primeira casa decimal.

4.3. Diâmetros Ósseos

Para a determinação dos diâmetros ósseos foi utilizado um compasso de pontas redondas, marca GPM[®], com precisão até às décimas de centímetro.

Diâmetro Bicôndilo-umeral

Corresponde à distância entre a epitroclea e o epicôndilo do úmero. A medição foi realizada com o sujeito de pé com o cotovelo e ombro em flexão a 90 graus. As hastes do compasso encontravam-se a 45 graus em relação à articulação do cotovelo. Uma vez que a epitroclea está num plano ligeiramente inferior ao epicôndilo, a medida obtida é ligeiramente oblíqua. Os valores foram registados em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

Diâmetro Bicôndilo-femural

Corresponde à distância entre os pontos mais salientes dos côndilos femurais (lateral e mediano) do fémur.

O sujeito encontrava-se sentado com a perna e a coxa formando um ângulo de 90 graus. As hastes do compasso foram ajustadas à altura dos côndilos, num ângulo de 45 graus em relação à articulação do joelho. Registaram-se os valores em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

4.4. Circunferências Musculares

Para a determinação das circunferências musculares (denominadas muitas vezes como perímetros), foi utilizada uma fita flexível, marca HOECHSTMASSS[®], com precisão até às décimas de centímetro.

Circunferência Braquial Máxima

Medida ao nível da maior circunferência do braço, com o bicipite braquial em contracção isométrica máxima e o cotovelo flectido a 90 graus. Os valores foram registados em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

Circunferência Geminal

Medida ao nível da maior circunferência da perna, com o sujeito de pé, colocando o membro inferior direito sobre um plano elevado, com o joelho flectido a 90 graus. Os valores foram registados em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

Circunferência Crural

Medida ao nível da maior circunferência da coxa, com o membro inferior flectido a 90 graus. Os valores foram registados em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

4.5. Pregas de Adiposidade Cutânea

As pregas de gordura subcutânea são medidas dos valores locais dos depósitos de gordura subcutânea. Sendo vulgarmente designadas por “pregas” ou pelo termo inglês *skinfolds* (Sobral e Silva, 1997), constituem uma dupla camada de pele e tecido adiposo subjacente.

As pregas foram determinadas através de um adipómetro marca SLIMGUIDE[®], com precisão até às décimas de centímetro e pressão de 10 g/mm².

As medidas foram realizadas sempre do lado direito do sujeito, nos locais determinados, estando a musculatura relaxada, excepto nas situações específicas.

O adipómetro foi suportado pela mão direita e a prega de gordura foi destacada com firmeza dos tecidos subjacentes através dos dedos polegar e indicador da mão esquerda, simulando uma pinça. O adipómetro foi então colocado perpendicularmente à prega, a um centímetro (cm) de distância dos dedos que a seguravam. Para que a pressão exercida pelas pontas do adipómetro pudesse ser efectuada, aguardaram-se dois segundos antes de realizar a leitura em milímetros (mm). Para cada prega realizou-se

uma série de três medições, considerando-se a média ponderada das três o valor adotado para este ponto.

Prega de Gordura Tricipital

Prega vertical, medida na face posterior do braço direito, a meio da distância entre os pontos *acromiale* e *radiale*.

Prega de Gordura Subescapular

Prega oblíqua dirigida para baixo e para o exterior, formando um ângulo de 45 graus com o plano horizontal, sendo localizada dois centímetros (cm) abaixo do vértice inferior da omoplata direita.

Prega de Gordura Suprailíaca

Prega ligeiramente oblíqua, dirigida para baixo e para o centro, medida acima da crista ilíaca sobre a linha midaxilar. Nesta medição o sujeito afastou levemente o braço direito para trás procurando não influenciar a obtenção da medida.

Prega de Gordura Abdominal

Prega vertical, paralela ao eixo longitudinal do corpo, medida a cinco centímetros (cm) para a esquerda do *omphalion* (cicatriz umbilical).

Prega de Gordura Peitoral

Prega oblíqua, dirigida para baixo e para dentro, acompanhando internamente o bordo do músculo grande peitoral junto da axila.

Prega de Gordura Crural

Prega vertical, obtida com o sujeito sentado e o joelho flectido a 90 graus. Medida sobre a linha da face anterior da coxa direita, a meia distância entre os pontos *tibiale* e *iliospinale*.

Prega de gordura Geminal

Prega vertical obtida com o sujeito sentado e o joelho flectido a 90 graus. Medida ao nível da maior circunferência da perna direita, na face interna.

4.6. Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC consiste numa medida que relaciona a altura e o peso dos sujeitos. Para o cálculo do IMC utiliza-se o valor da massa corporal em quilogramas (Kg) dividido pela estatura em metros (m) elevada ao quadrado (Kg/m^2).

$$\text{IMC} = \text{Peso (Kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$$

4.7. Percentagem de Massa Gorda

Para o cálculo da percentagem de massa gorda corporal (%MG) foi utilizado o método de Faulkner (1974) em que X é o resultado do somatótipo de quatro pregas de gordura subcutânea (subescapular, tricipital, suprailíaca e abdominal). O cálculo é efectuado através da seguinte equação:

$$\% \text{ MG} = X 0,153 + 5,783$$

4.8. Somatótipo

O somatótipo é uma classificação baseada na configuração externa do corpo, independente da dimensão, cujas componentes primárias, classificadas numa escala de 1

a 7, exprimem a adiposidade, a robustez músculo-esquelética e a linearidade em relação à estatura (Sobral e Silva, 1997).

O somatótipo consiste na descrição expressa por três algarismos, numa sequência fixa, em que cada algarismo representa a cotação atribuída a cada uma das três componentes primárias da constituição.

As três componentes do somatótipo foram determinadas segundo o método antropométrico de Heath-Carter (Heath-Carter, 1970), revelando a proeminência relativa e a respectiva dominância das três componentes que se descrevem em seguida.

Endomorfismo: é a primeira componente do somatótipo e exprime o grau de desenvolvimento em adiposidade (gordura relativa). O seu valor pode variar entre 0,5 e 12.

O cálculo da componente de endomorfismo foi realizado através da seguinte fórmula:

Sendo X a soma de 3 pregas de gordura subcutânea (tricipital, subescapular e suprailíaca).

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

Mesomorfismo: é a segunda componente primária do somatótipo (robustez músculo-esquelética relativa). O seu valor pode variar entre 0,5 e 9.

O cálculo da componente de mesomorfismo foi realizado através da seguinte fórmula:

Sendo H e F as medidas dos diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo-femural, B e G as circunferências brachii e geminal corrigidas (aos seus valores são subtraídos os valores, em centímetros, das pregas tricipital e geminal, respectivamente) e A a altura.

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

Ectomorfismo: é a terceira componente primária do somatótipo e traduz a linearidade ou o grau de desenvolvimento em comprimento. O seu valor pode variar entre 0,1 e 9.

O cálculo da componente de ectomorfismo pode ser efectuado através de três fórmulas, dependendo do valor correspondente ao Índice Ponderal Recíproco (I).

O valor do I é determinado da seguinte forma:

$$\mathbf{I = Altura / Peso^{1/3}}$$

Se $I > 40,75$

$$ECTO = 0,732 I - 28,58$$

Se $I > 38,28$ e $< 40,75$

$$ECTO = 0,463 I - 17,63$$

Se $I < 38,28$

$$ECTO = 0,1 \text{ (valor mínimo)}$$

4.9. Representação Gráfica do Somatótipo

De forma a visualizar a distribuição dos somatótipos no interior de uma amostra foi efectuada a sua representação gráfica no somatograma (gráfico cartesiano de coordenadas X e Y).

O ponto correspondente ao somatótipo no somatograma foi determinado convertendo-se o valor das três componentes do somatótipo num ponto de duas coordenadas através das seguintes fórmulas:

Sendo I, II e III os valores da 1ª, 2ª e 3ª componentes, respectivamente:

$$\mathbf{X = III - I}$$

$$\mathbf{Y = 2 \times II - (I+III)}$$

Na segunda sessão procedeu-se ao desenvolvimento do desenho experimental previamente determinado, com a realização do teste de Balke no cicloergómetro e as diferentes medições fisiológicas necessárias.

Com o propósito de alcançar os objectivos a que este estudo se propõe, foi previamente elaborado um protocolo experimental de acordo com diferentes etapas.

Após a preparação do material necessário e, à hora determinada, o sujeito compareceu para a realização do teste e início dos procedimentos que se estabeleceram de acordo com a Figura 1.

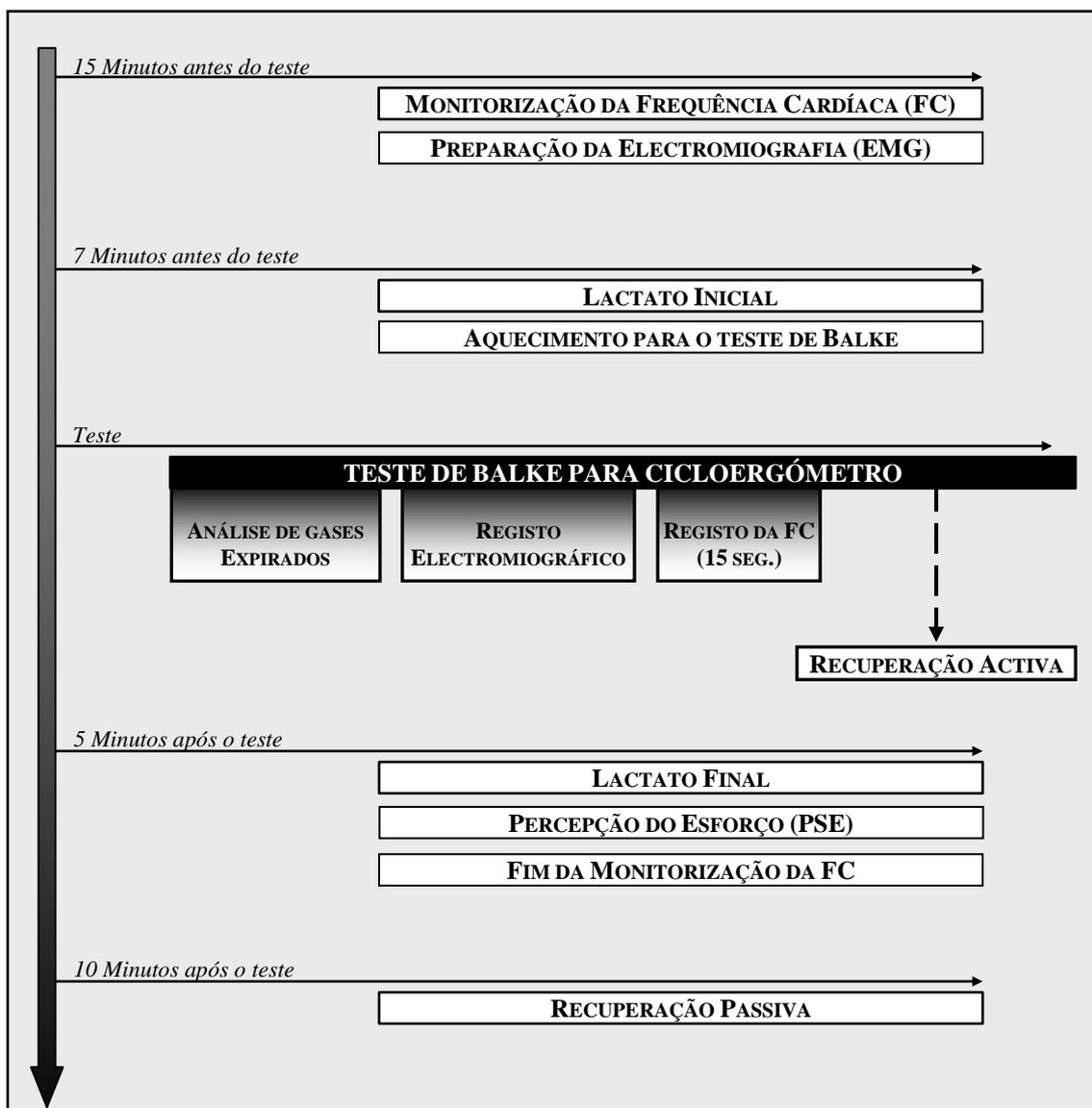


Figura 1: Representação esquemática do desenho experimental realizado.

A monitorização da frequência cardíaca (FC) do sujeito teve início cerca de 15 minutos antes do teste, momento em que foi registada a FC de repouso (anterior ao

teste). Procedeu-se de seguida à colocação dos eléctrodos de superfície necessários ao registo electromiográfico, tendo-se realizado anteriormente a devida preparação na pele do sujeito.

Recolheu-se depois a primeira de duas amostras sanguíneas com o objectivo de determinar a concentração de lactato no sangue. O aquecimento para o teste, com a duração total de seis minutos, iniciou-se logo de seguida. Antes do início do teste propriamente dito, efectuaram-se os procedimentos necessários à análise de gases expirados e registo electromiográfico.

Durante a realização do teste foram registadas as frequências de estimulação eléctrica dos músculos *vastus lateralis* do membro inferior direito e *biceps brachii* do membro superior direito através da electromiografia de superfície; foi efectuada a medição directa do VO₂ e VCO₂ pelo analisador de gases; registando-se ainda a frequência cardíaca em intervalos de 15 segundos na ficha de registo individual³.

Dando-se o teste por terminado, seguiu-se um período de recuperação activa de cinco minutos no cicloergómetro com uma resistência mínima de aproximadamente 60 rotações por minuto.

Após exactamente cinco minutos do término do teste foi recolhida a segunda amostra sanguínea para análise de lactato, tendo ainda sido solicitada ao sujeito a avaliação da intensidade do esforço desenvolvido através da escala Cr10 de Borg.

Por último foi concluída a monitorização da frequência cardíaca, dando-se assim por terminado o protocolo.

3. TESTE DE BALKE

O teste proposto por Balke para cicloergómetro consiste em pedalar a uma velocidade constante durante o maior período de tempo possível com uma administração progressiva de carga por patamares de dois minutos. É considerado como supra-máximo e sem intervalos.

Este é um teste que permite a determinação de forma indirecta do VO₂máx, através da carga máxima suportada pelo sujeito.

³ Cf. Anexo 3

Os procedimentos do teste poderão ser englobados em três fases: uma primeira fase de preparação do equipamento (calibração e ajuste às dimensões do sujeito) e aquecimento; uma segunda fase de realização do teste propriamente dito; e uma terceira fase de recuperação do sujeito e aquisição de dados relativos ao teste.

Preparação do Equipamento e Aquecimento

Antes da realização do teste de Balke foi necessário adoptar determinados procedimentos, relativos à preparação do equipamento e protocolo de aquecimento.

O teste de Balke foi realizado num cicloergómetro (Figura 2), marca MONARK[®], modelo 824 E. Antes de cada sessão de testes o cicloergómetro foi verificado, segundo as instruções do fabricante. Assegurou-se depois a estabilidade e posicionamento do cicloergómetro, assim como a correcta colocação da corda de resistência na superfície de contacto de travagem. O cicloergómetro foi posteriormente ajustado individualmente ao sujeito, regulando-se a altura do selim, de modo a que o joelho ficasse ligeiramente flectido quando o pedal se encontrava na parte mais baixa da trajectória. Nesta fase foi também tida em conta a opinião da cada sujeito, para que se sentisse confortável e numa posição que permitisse desenvolver uma força máxima e equilibrada, sem a perda de contacto com o selim.



Figura 2: Cicloergómetro MONARK[®] mod. 824 E, utilizado para a realização do teste de Balke.

Procedeu-se depois ao ajustamento da carga no cicloergómetro. Uma vez que os sujeitos iriam realizar o aquecimento com a mesma carga inicial do teste, ou seja 50 Watts (W) e, tendo em conta que o próprio cesto de suporte dos pesos já exerce uma carga correspondente a um quilograma (o equivalente a 50 W), não foi realizado qualquer acréscimo de carga.

Para a realização do teste de Balke foi ainda utilizado o seguinte equipamento:

- *Sistemas de estabilização:* Correias e elásticos de 15 cm para fixação dos pés aos pedais do cicloergómetro;
- *Sistema electrónico de contagem:* Sensor óptico;
- *Cronómetro LORUS[®], modelo R23:* Utilizado para controlar o tempo de aquecimento e teste.

O aquecimento para o teste de Balke teve uma duração total de seis minutos, sendo constituído por duas partes distintas: Na primeira parte o sujeito pedalou durante quatro minutos mantendo 60 rotações por minuto (rpm) contra uma resistência constante de 50 Watts. Completados os quatro minutos, o sujeito descia do cicloergómetro para a realização da segunda parte do aquecimento. Esta consistia na realização de uma série de três alongamentos estandardizados, durante dois minutos, envolvendo os músculos quadríceps, isquiotibiais, e adutores (Figura 3a;b;c;).

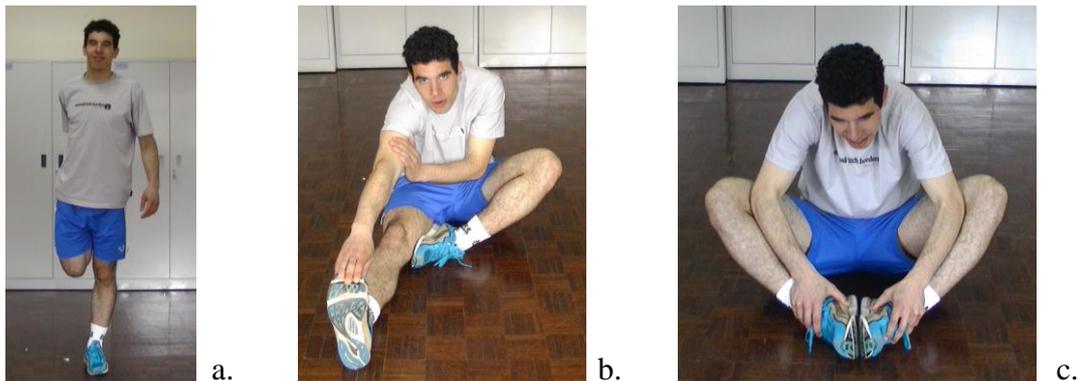


Figura 3 (a;b;c): Série de alongamentos (a. quadríceps; b. isquiotibiais; c. adutores) realizada pelos sujeitos antes do teste de Balke.

Realização do Teste

Após o término do aquecimento, colocado no cicloergómetro e com os pés fixos aos pedais através dos sistemas de fixação, o sujeito começou a pedalar a 60 rpm contra uma resistência mínima.

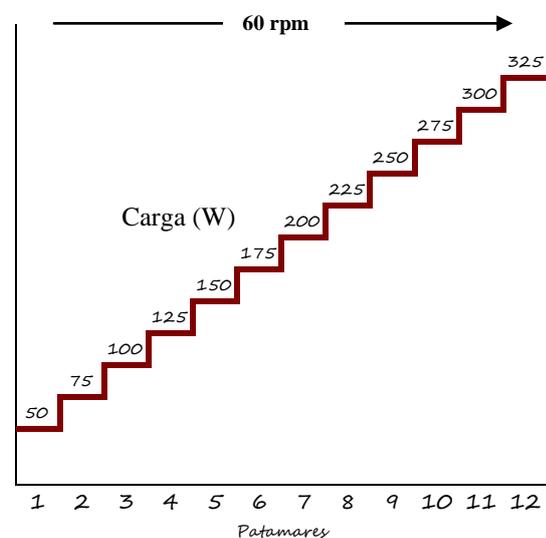
Quando atingiu um ritmo constante de 60 rpm, o investigador retirou o cesto (considerado carga inicial) da posição de segurança e suportou-o com a mão esquerda numa posição elevada para não provocar resistência. De seguida, iniciou uma contagem decrescente com “TRÊS”, “DOIS”, “UM”, “VAI”. A expressão “VAI” assinalou o início do teste, ou seja, o momento em que o investigador largou o cesto. A partir deste momento o sujeito ajustou novamente a velocidade a 60 rpm, sendo que a teria de manter até ao final do teste.

O teste iniciou-se assim com uma carga que se considerou a mais indicada tendo em conta não só a amostra de sujeitos (praticantes regulares de actividade física) como também as características do cicloergómetro. A carga de 50 Watts (um quilograma) à velocidade de 60 rotações por minuto foi mantida durante os dois minutos seguintes. De acordo com o protocolo, sucessivamente, em cada patamar de dois minutos,

acrescentou-se ao cesto 25 W, ou seja 0,5 Kg (quilogramas), sendo a velocidade ajustada pelo sujeito a 60 rpm de patamar em patamar (Quadro I). Ao longo do teste o investigador incentivou o participante para que este continuasse o teste.

Logo que fosse atingida a frequência cardíaca máxima do sujeito ou se verificassem critérios de interrupção, nomeadamente a impossibilidade de manter a velocidade a 60 rpm, desconforto, fadiga, dispneia, tonturas, náuseas, dores musculares intensas, câibras, espasmos, descoordenação motora e/ou tremores ou vômitos, o teste seria dado por terminado pelo investigador.

TESTE DE BALKE		
PATAMAR	CARGA (W)	TEMPO (min)
1	50	2
2	75	4
3	100	6
4	125	8
5	150	10
6	175	12
7	200	14
8	225	16
9	250	18
10	275	20
11	300	22
12	325	24



Quadro I: Protocolo de esforço utilizado – Teste supra-máximo de Balke para cicloergómetro: Número de patamares, carga aplicada (Watts) e tempo (min).

Procedimentos após o Teste

Após se ter dado o teste por concluído, o sujeito continuou a pedalar com carga mínima durante aproximadamente quinze minutos a uma velocidade de aproximadamente 60 rpm.

Terminado o teste, foi registado o tempo de realização do mesmo e a carga máxima suportada pelo sujeito.

4. DETERMINAÇÃO DE VO₂MÁX

4.1. Determinação Directa

Para a análise de gases expirados foi utilizado o analisador de gases MetaMax Ergospirometry System da Córtes Biophysite GmbH (Figura 4), assim como um computador Hewlett Packard modelo Vetra VE, séries 2 5/100, 8 MB RAM e disco duro de 1,24 GB, através do software Metamax Capture Analysis for Windows.

De forma a avaliar o ar ambiente, o Metamax Ergospirometry System foi ligado com cerca de 30 minutos de antecedência. Foi também verificado se o restante material estava devidamente limpo e pronto a ser utilizado.

A máscara foi então colocada no sujeito imediatamente antes do início do aquecimento, tendo sido devidamente

verificada a sua posição e sustentação. Logo após o término do mesmo, e já com o sujeito sentado no cicloergómetro, foi ligado à máscara o material necessário à captura dos dados

pelo software, dando-se de seguida início ao teste. O começo da recolha de dados coincidiu com o início do teste após o sinal do investigador. Ao longo do tempo de realização do teste foi possível confirmar a recepção dos dados no monitor, em tempo real, com um intervalo de dez segundos.

A análise de gases teve o seu término no momento em que o teste foi dado por concluído. Após este procedimento, a máscara foi imediatamente retirada da face do sujeito.

A análise dos resultados baseou-se no estudo dos valores do volume de consumo de oxigénio (VO₂) e volume de produção de dióxido de carbono (VCO₂) em termos absolutos (l.min⁻¹) e relativos (ml.kg⁻¹.min.⁻¹, tendo em conta a massa corporal dos sujeitos); volume de consumo máximo de oxigénio (VO₂máx); quociente respiratório (R) e frequência respiratória (FR).



Figura 4: Analisador de gases MetaMax, utilizado para a determinação directa de VO₂máx

4.2. Determinação Indirecta de VO₂máx

A carga máxima suportada pelo sujeito permitiu determinar o VO₂máx (l.min⁻¹). A divisão pela massa corporal expressa o VO₂máx em ml.kg⁻¹.min.⁻¹ (relativo) através da seguinte fórmula:

$$\text{VO}_2\text{máx (ml.kg}^{-1}\text{.min.}^{-1}\text{)} = [200 + (12 \times W)] / M$$

VO₂máx = consumo máximo de O₂ (ml.kg⁻¹.min.⁻¹)

W = carga máxima suportada em Watts

M = massa corporal total do sujeito em kg

5. ELECTROMIOGRAFIA

Durante a realização do teste de Balke foi registada a frequência de estimulação eléctrica de dois músculos: o músculo *vastus lateralis*, do membro inferior direito; e o músculo *bíceps brachii* do membro superior direito.

O *vastus lateralis* é um dos quatro músculos (mais externo e superficial) que formam o grupo muscular quadricípte. É um músculo mono-articular, enervado pelo nervo do quadricípte, ramo do nervo crural (L3/L4). As inserções superiores realizam-se no bordo anterior e inferior do grande trocanter, ramo externo da trifurcação da linha áspera do fémur, nos dois terços superiores do lábio externo da linha áspera e no septo intermuscular. A inserção inferior realiza-se no bordo superior da rótula, através do tendão quadricipital. A sua principal acção cinesiológica é de extensão da perna sobre a coxa (Pinheiro, 1998).

O *bíceps brachii* é composto por duas porções, a longa e a curta. É um músculo mono-articular, distribuído entre a omoplata e o rádio, sendo enervado pelo nervo músculo-cutâneo. As inserções superiores da longa porção realizam-se no bordo superior da cavidade glenóide da omoplata e da curta porção na apófise coracóide. A inserção inferior realiza-se através de um tendão comum terminal, na tuberosidade bicipital do rádio. A sua principal acção cinesiológica é a de flexão do antebraço sobre o braço e supinação quando o rádio está em pronação (Pinheiro, 1998).

Para a realização da electromiografia foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- *Eléctrodos de superfície descartáveis*: marca BLUE SENSOR[®], modelo ECG ELECTRODES (Figura 6);
- *Sistema de EMG*: marca MEGA ELECTRONICS[®], modelo MUSCLE TESTER ME 3000P4 (Figura 5);
- *Programa de análise*: MEGAWIN V1.2 marca MEGA ELECTRONICS[®];



Figura 5: Eléctrodos de superfície BLUE SENSOR[®] e sistema de EMG MEGA ELECTRONICS[®], utilizados para o registo electromiográfico.

O sistema de registo EMG utilizado apresenta as seguintes características: registo tipo bipolar; filtro enter 10 e 500 Hz; taxa de rejeição de modo comum igual a 120 decibéis dB; ganho de 1000; ruído abaixo de 1 μ V; registo de 1000 Hz.

Realização da Electromiografia

Antes de colocados os eléctrodos, limpou-se devidamente a zona onde iriam ser colocados com algodão embebido em álcool etílico, de modo a permitir uma melhor fixação. Quinze minutos antes do teste de Balke, procedeu-se à colocação dos eléctrodos de superfície de acordo com o protocolo, para captação do sinal eléctrico dos músculos *Vastus Lateralis* e *Bicipete brachii*.

Os dois eléctrodos activos e o eléctrodo neutro foram colocados nos músculos de acordo com o estabelecido no programa MegaWin V1.2 (Figura 6).

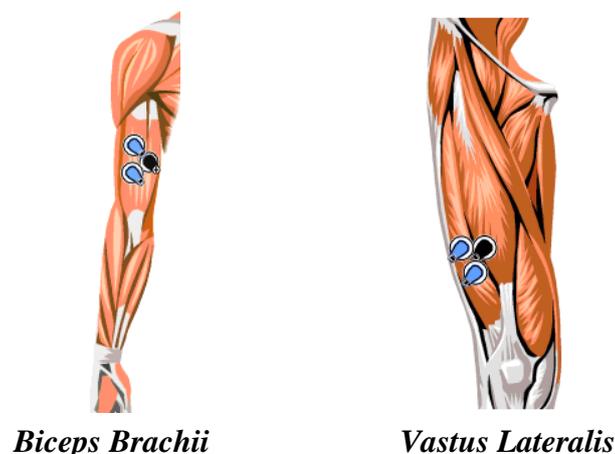


Figura 6: Localização dos eléctrodos da EMG de superfície utilizados para o registo do sinal eléctrico do músculo Vasto Externo (Adaptado de MegaWin V1.2, 2000).

Assim, antes de iniciado o registo electromiográfico, foi conectado ao computador um aparelho de captura de sinal através de um cabo de fibra óptica.

Após o aquecimento do teste de Balke os sujeitos colocaram-se no cicloergómetro. Nesse momento os cabos foram conectados com os eléctrodos.

Antes de se iniciar o teste pediu-se ao sujeito para fazer uma rotação no cicloergómetro de forma a garantir que os cabos não incomodariam o movimento a realizar.

O início do registo electromiográfico coincidiu com o começo do teste de Balke, sendo o sistema activado de acordo com a contagem decrescente efectuada para o mesmo.

Ao longo do teste os registos foram transferidos *on-line* para o software do computador. Confirmou-se a recepção dos dados no monitor em tempo real, através do espectro da frequência de estimulação eléctrica dos dois músculos.

O registo foi concluído logo após o investigador ter dado por terminado o teste.

Os cabos foram então desconectados e os eléctrodos retirados com cuidado da pele dos sujeitos, que posteriormente foi limpa com álcool.

Por último, procedeu-se à gravação dos dados no computador para posterior análise dos resultados.

Análise dos Resultados da EMG

A análise do espectro de frequências possibilitou a recolha dos dados relativos ao MPF (*Mean Power Frequency*) e AEMG (*Averaged EMG*). Além de estudados os valores obtidos após a realização do teste, foram também analisados os resultados nos primeiros e últimos quatro minutos do mesmo, garantindo assim uma referência aos valores iniciais e finais. De forma a comparar os resultados dos músculos *vastus lateralis* e *biceps brachii*, os valores MPF e AEMG foram normalizados de acordo com a circunferência crural e bicipital, respectivamente.

O EMG foi também rectificado, transformando-se todos os valores registados em valores absolutos. Considerou-se a amplitude ($\mu\text{V/s}$) registada em cada dez segundos do teste nos músculos, sendo esta também corrigida de acordo com as circunferências musculares.

6. MONITORIZAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Para a monitorização da FC foram utilizados cardio-frequencímetros da marca POLAR[®], modelo 810, série S, juntamente com transmissores da marca POLAR[®], modelo T81 – CODED (Figura 7).

O cardiofrequencímetro foi programado de forma a monitorizar continuamente a frequência

cardíaca, com registos de 15 em 15 segundos, desde o início do Teste de Balke até ao término do protocolo (cinco minutos após o fim do teste).

O transmissor foi colocado no peito, sensivelmente ao nível da apófise xifóide do esterno, e ajustado de forma a não cair e não se tornar desconfortável durante a respiração. Para facilitar a transmissão dos dados cobriu-se previamente o sensor que contacta com a pele com uma pequena quantidade de gel de contacto. O receptor foi depois colocado no pulso esquerdo do sujeito.

Quinze minutos antes do começo do teste foi iniciada a recepção do sinal, tendo sido registada a FC de repouso.

Após a contagem decrescente e no preciso momento em que o sujeito iniciava o teste de Balke, foi iniciada a monitorização da FC. Foram analisados os resultados obtidos de 15 em 15 segundos até ao término do teste, assim como a média da FC durante o mesmo (MTeste). O registo da FC, em cada patamar de dois minutos, possibilitou o cálculo indirecto do VO₂máx. Após o término do teste foi estudada a frequência cardíaca nos cinco minutos seguintes.

Depois da recolha final de lactato sanguíneo, concluiu-se a monitorização da FC.

Os dados referentes aos registos da FC foram posteriormente transferidos para o computador através de um interface de infra-vermelhos, da marca POLAR[®], modelo S810.



Figura 7. A) Banda transmissora, marca POLAR[®], modelo T81-CODED; B) cinto elástico, da marca polar, que permite ajustar a banda ao tórax do atleta; C) Cardiofrequencímetro, marca POLAR[®], modelo 810, série S.

7. QUANTIFICAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO

A concentração sanguínea de lactato traduz a contribuição da via anaeróbia láctica na produção de energia para uma determinada actividade.

Durante a investigação foram realizadas análises ao lactato sanguíneo em dois momentos diferentes:

La1: recolha efectuada cinco minutos antes do início do teste de Balke. Teve como objectivo determinar o valor de lactato no sangue com o sujeito em repouso.

La2: Recolha efectuada cinco minutos após o término do teste. O objectivo foi determinar a concentração máxima de lactato após o esforço, obtendo-se assim a informação sobre o contributo da via anaeróbia láctica.

As recolhas e análise da concentração de lactato no sangue foram realizadas com os materiais e segundo o procedimento a seguir descritos:

Com o sujeito de pé, numa posição natural e com o membro superior descontractado, procedeu-se à limpeza e desinfeção do dedo polegar direito com um pouco de algodão embebido em álcool etílico, secando-se depois a zona com o auxílio de papel absorvente. Com a mão esquerda segurou-se o dedo do sujeito e, através de uma lanceta descartável, marca UNISTIK[®] EXTRA (Figura 8), realizou-se uma pequena picada (Figura 9a). De seguida apertou-se o dedo até se formar uma gota de sangue suficiente para perfazer 10 µl. O sangue foi recolhido através de um capilar da marca DR. LANGE[®] (10 µl) (Figura 9b). Após a limpeza do capilar procedeu-se à aferição da quantidade de sangue a analisar, colocando-se, para tal, o capilar em contacto com o papel absorvente.



Figura 8: Lancetas descartáveis, da marca UNISTICK[®] 2 extra.

De imediato, com a ajuda de uma micropipeta, marca DR. LANGE[®], injectou-se o sangue no tubo com a solução tampão *Lactat Enzimat*, marca DR. LANGE[®], modelo LKM 140 (Figura 9c;d), agitando-se de forma a misturar o sangue com o a solução.

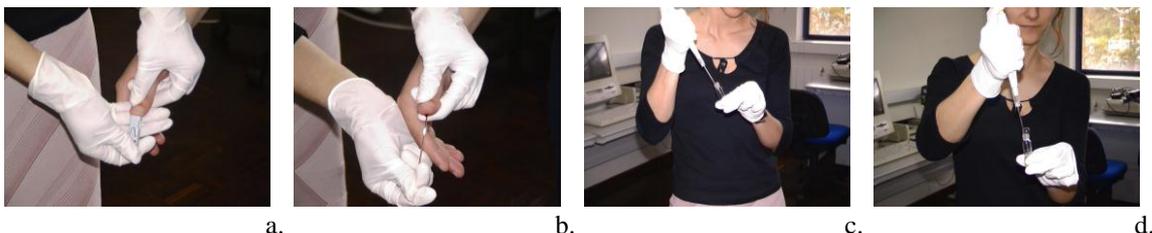


Figura 9 (a;b;c;d): Série de procedimentos realizados para a quantificação de lactato sanguíneo.

A análise das amostras recolhidas foi efectuada com um mini espectrofotómetro, marca DR. LANGE[®], modelo LP20 *Plus* (Figura 10).



Figura 10: Miniespectrofotómetro DR. LANGE[®] mod. LP20, utilizado para determinar a quantidade de lactato no sangue

8. PERCEÇÃO SUBJECTIVA DE ESFORÇO (PSE)

Para avaliação da percepção subjectiva de esforço recorreu-se à escala RPE⁴ (Ratings of Perceived Exertion) desenvolvida por Gunnar Borg, em 1985, composta por 15 categorias e devidamente traduzida para a língua portuguesa.

0	Absolutamente Nada
0,3	
0,5	Extremamente Fraco
1	Muito Fraco
1,5	
2	Fraco
2,5	
3	Moderado
4	
5	Forte
6	
7	Muito Forte
8	
9	
10	Extremamente Forte
11	
...	
•	Máximo Absoluto

Quadro II: Escala Cr10 de Borg.

Esta avaliação foi realizada com o objectivo de verificar a intensidade do esforço, tensão e/ou fadiga sentidos pelo sujeito durante o exercício, neste caso com a realização do teste de Balke.

Tendo lugar após o término do período de recuperação activa, ou seja, cinco minutos depois de ter sido dado como concluído o teste, a avaliação coincidiu, deste

⁴ Cf. Anexo 4

modo, com o momento em que foi realizada a segunda recolha de sangue para a determinação da concentração de lactato no sangue.

Antes da realização do teste de Balke foram dadas as instruções para o uso da escala, de acordo com o manual.

9. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para correlacionar as variáveis em estudo, foi utilizada a *Correlação de Pearson*. O teste utilizado para comparação de duas variáveis foi o t de Student para amostras emparelhadas (Paired Sample T-Test). A análise estatística dos dados foi feita pela análise de variância com um intervalo de confiança de 95%.