

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física



**Aspectos Metodológicos Relacionados com a Avaliação da
Potência e Capacidade Anaeróbia**

CARLA SOFIA ABRANTES CORREIA

COIMBRA

2003/2004

**Aspectos metodológicos relacionados
com a avaliação da potência e
capacidade anaeróbia**

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

Ano Lectivo 2003/2004

COORDENADOR

Prof. Doutor Fontes Ribeiro

ORIENTADOR

Mestre Amândio Santo

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE QUADROS	II
ÍNDICE DE GRÁFICOS	V
ABREVIATURAS	VI
AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
CAPÍTULO I	1
INTRODUÇÃO	1
1. OBJECTIVOS DO ESTUDO	2
2. PERTINÊNCIA DO ESTUDO	3
CAPÍTULO II.....	4
REVISÃO DA LITERATURA.....	4
1. ENERGIA	4
2. VIAS ENERGÉTICAS	5
2.1. Sistema de Energia Imediata - ATP-FC (Via Anaeróbia Aláctica)	7
2.2. Sistema de Energia a Curto Prazo – Glicólise (Via Anaeróbia Láctica)	9
2.2.1 Sistema do Ácido Láctico.....	13
2.3. Sistema de Energia a Longo Prazo – (Via Aeróbia).....	15
3. MECANISMOS DA FADIGA	19
4. POTÊNCIA ANAÉROBIA VS CAPACIDADE ANAÉROBIA.....	21
5. TESTES DE AVALIAÇÃO DAS VIAS ANAERÓBIAS.....	23
5.1. Testes de Potência e Capacidade Anaeróbia.....	24
5.1.1 Teste Força-Velocidade.....	25
5.1.2 Teste Wingate.....	27
5.1.2.1 Optimização da carga no Teste Wingate.....	31
CAPÍTULO III	35
METODOLOGIA	35
1. AMOSTRA	35
1.1. SELECÇÃO DA AMOSTRA	35
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
2.1. MEDIDAS SIMPLES	36
2.1.1 Massa Corporal.....	37
2.1.2 Estatura.....	37
2.1.3 Altura sentado.....	38
2.1.4 Pregas de gordura cutânea (“Skinfolds”).....	38
2.1.4.1 Prega Cutânea Tricipital.....	38
2.1.4.2 Prega Cutânea Subescapular	38
2.1.4.3 Prega Cutânea Crural	38
2.1.4.4 Prega Cutânea Geminal.....	39
2.1.4.5 Circunferências	39
2.2. MEDIÇÕES SOMÁTICAS COMPOSTAS	39
2.2.1 Composição Corporal.....	39
2.2.2 Volume do Membro Inferior	39
2.2.3 Índice de Massa Corporal	40
3. TESTES: PROTOCOLOS E SUA CONDUÇÃO	41
3.1. TESTE FORÇA-VELOCIDADE.....	41
3.1.1 Equipamentos utilizados.....	41

3.1.1.1	Calibração do aparelho	41
3.1.2	Altura do selim	42
3.1.3	Correias de fixação	42
3.1.4	Aquecimento	42
3.1.5	Realização do teste propriamente dito	43
3.1.6	Condução do teste	43
3.1.7	Variáveis obtidas	44
3.2.	<i>TESTE WINGATE</i>	44
3.2.1	Equipamentos utilizados.....	44
3.2.1.1	Calibração do aparelho	44
3.2.2	Altura do selim	45
3.2.3	Correias de fixação	45
3.2.4	Aquecimento	45
3.2.5	Realização do teste propriamente dito	45
3.2.6	Condução do teste	46
3.2.7	Variáveis obtidas	46
4.	RECOLHA DA AMOSTRA DE SANGUE APÓS A REALIZAÇÃO DO TESTE	47
5.	ANÁLISE DOS DADOS	49
5.1.	<i>Estatística Descritiva</i>	49
5.2.	<i>Estatística Inferencial</i>	49
5.3.	<i>Correlações</i>	49
CAPÍTULO IV		50
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....		50
1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	50
2.	CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TESTE F-V E DO WINGATE.....	51
2.1.	<i>Comparação dos resultados obtidos pelos sujeitos nas diferentes cargas aplicadas...</i>	59
CAPÍTULO V		73
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS		73
CAPÍTULO VI		80
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....		80
1.	CONCLUSÕES	80
2.	RECOMENDAÇÕES	82
CAPÍTULO VI		83
BIBLIOGRAFIA		83

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Hidrólise da molécula de ATP (McArdle et al., 1998).....	5	
Fig. 2 – Contribuição relativa de cada uma das vias energéticas em função do tempo de duração do exercício (Adaptado de McArdle et al., 1996).....	9	
Fig. 3 – Sequência de reacções químicas responsáveis pela glicólise (Adaptado de Guyton & Hall, 1998).....	11	
Fig. 4 – Formação do lactato (Adaptado de Guyton & Hall, 1998).....	12	
Fig. 5 – Ciclo de Cori (Adaptado de Powers & Howley, 1997).	14	
Fig. 6 – Compostos, enzimas e reacções envolvidas no Ciclo de Krebs. Formação de três moléculas de NADH e uma molécula de FADH por cada ciclo (Adaptado de Powers & Howley, 1997).....	17	
Fig. 7 – Balança portátil SECA, modelo 770	37	
Fig. 8 – 1- Adipómetro SlimGuide; 2- Estadiómetro SECA, modelo 208; 3- Fita Métrica	39	
Fig. 9 – Cicloergómetro Monark 824E.....	41	
Fig. 10 – Alongamentos do músculo	Fig. 11 – Alongamentos dos músculos isquiotibiais	42
Fig. 12 – Alongamentos dos músculos adutores		43
Fig. 13 –1- Micro-Pipeta marca Dr. Lange;	Fig. 14 – Picadela do dedo com o Softclix .	47
Fig. 15– Recolha do sangue para o tubo capilar	Fig. 16– Recolha do sangue para a couvete	48
Fig. 17 – Medição do lactato no Mini-Espectrofotómetro, modelo Lp20, marca Dr. Lange		48

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Testes de avaliação da potência e capacidade dos sistemas anaeróbios (PAnM - potência anaeróbia máxima; PM – Potência mecânica).	24
Quadro 2: Escala de classificação dos indivíduos pelo Índice de Massa Corporal (IMC)	40
Quadro 3: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) para a Idade Cronológica (anos), Altura (cm) e Comprimento do Membro Inferior dos sujeitos que constituem a amostra, bem como o número de sujeitos que compõe a amostra (n).	50
Quadro 4: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) da massa corporal (Kg), somatório das pregas subcutâneas (tricipital, subescapular, crural e geminal), Índice de massa corporal (IMC) e volume magro do membro inferior (M.I.), dos sujeitos que constituem a amostra, bem como o número de sujeitos que compõe a amostra (n).	50
Quadro 5: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) para a potência anaeróbia máxima ótima (OPP) em termos absolutos e relativos, para a carga ótima (OL), para a carga ótima por porcentagem da massa corporal e ainda o valor ótimo de velocidade em rotações por minuto (ORPM), obtidos por meio do teste F-V; n representa o número de sujeitos que compõe a amostra.	51
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, valor do Índice de Fadiga (IF) e a carga utilizada (Kg), obtidos por meio do teste Wingate (carga = 0,075 Kg.Kg ⁻¹ MC; carga = 0,090 Kg.Kg ⁻¹ MC; carga = 0,105 Kg.Kg ⁻¹ MC; carga = 0,120 Kg.Kg ⁻¹ MC e carga ótima para o OPP obtida por meio do teste F-V).	51
Quadro 7: Apresenta as variáveis SEGPAnM0,075; SEGPAnM0,090; SEGPAnM0,105; SEGPAnM0,120 e SEGPAnM-OL que significam o segundo a que foi atingida a potência anaeróbia máxima (PAnM) em cada carga (0,075 Kg.Kg ⁻¹ da massa corporal (MC); 0,090 Kg.Kg ⁻¹ da MC; 0,105 Kg.Kg ⁻¹ da MC; 0,120 Kg.Kg ⁻¹ da MC e a carga ótima obtida no F-V). As variáveis PAnM0,075; PAnM0,090; PAnM0,105; PAnM0,120 e PAnM-OL significam a potência anaeróbia máxima para as várias cargas; as variáveis CA0,075; CA0,090; CA0,105; CA0,120 e MPOL significam capacidade anaeróbia para as várias cargas; as variáveis TT0,075; TT0,090; TT0,105; TT0,120 e TTOL significam o trabalho total em termos absolutos (J) realizado durante o teste de WAnT para as várias cargas; n representa o número de sujeitos que compõe a amostra. Para cada variável serão identificados os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão).	54
Quadro 8: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima ótima (OPP) encontrada por meio do teste F-V e a PAnM obtida no WAnT com a carga estandardizada; n- número de sujeitos que compõe a amostra.	55

Quadro 9: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima ótima (OPP) encontrada por meio do teste F-V e a PAnM obtida no WAnT com a carga ótima. n- número de sujeitos que compõe a amostra;	55
Quadro 10: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a massa corporal e a potência anaeróbia máxima ótima (OPP), obtida por meio do F-V e a PAnM através do WAnT com a carga estandardizada e ótima. De igual modo, também apresenta uma correlação altamente significativa entre a massa corporal e a capacidade anaeróbia (CA); n- número de sujeitos que compõe a amostra.	56
Quadro 11: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima (PAnM) e o volume magro do membro inferior (M.I.), no teste WAnT com a carga estandardizada e ótima; De igual modo, também apresenta uma correlação altamente significativa entre a capacidade anaeróbia (CA) e o Volume magro do M.I.; n- número de sujeitos que compõe a amostra.....	57
Quadro 12: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a carga ótima calculada através do F-V e a potência anaeróbia máxima ótima (OPP), e entre a carga estandardizada e a potência anaeróbia máxima (PAnM), encontrada no WAnT. Já na carga ótima utilizada no WAnT e a PAnM verifica-se uma correlação significativa; n- número de sujeitos que compõe a amostra.....	57
Quadro 13: Apresenta uma correlação altamente significativa entre as cargas no WAnT (estandardizada e ótima) e a capacidade anaeróbia em termos absolutos; n- número de sujeitos que compõe a amostra.....	58
Quadro 14: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima e a capacidade anaeróbia, obtida através do WAnT com a carga estandardizada e ótima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.	58
Quadro 15: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (absoluta), obtida através do teste F-V e WAnT com a carga estandardizada.	59
Quadro 16: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (relativa), obtida através do teste F-V e WAnT com a carga estandardizada.	60
Quadro 17: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM absoluta, obtida através do teste F-V e WAnT com a carga ótima.	60
Quadro 18: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (absoluta), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a ótima.....	61
Quadro 19: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável CA (absoluta), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a ótima.	62

Quadro 20: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável CA (relativa), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a ótima.	62
Quadro 21: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável carga, calculada através do F-V, como sendo a carga ótima (apresenta valores médios de 0,109 Kg. Kg ⁻¹ da MC) e a carga estandardizada utilizada no WAnT.	63
Quadro 22: Representação da correlação entre os valores da carga ótima com o valor da velocidade no teste Wingate com carga ótima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.	64
Quadro 23: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável RPM, verificado na obtenção da potência anaeróbia máxima ótima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga estandardizada.	64
Quadro 24: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável RPM, verificado na obtenção da potência anaeróbia máxima ótima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga ótima.	65
Quadro 25: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável intervalo de tempo (s), utilizado na obtenção da potência anaeróbia máxima ótima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga estandardizada.	65
Quadro 26: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável intervalo de tempo (s), utilizado na obtenção da Potência anaeróbia máxima ótima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga ótima.	66
Quadro 27: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável trabalho total (J), conseguido no WAnT com a carga ótima e estandardizada.	66
Quadro 28: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável Índice de Fadiga (%), conseguido no WAnT com a carga ótima e estandardizada.	68
Quadro 29: Apresenta uma correlação significativa entre a potência anaeróbia máxima (PAnM) e o Índice de Fadiga (IF) na carga estandardizada e na carga ótima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Representação das variáveis potência anaeróbia máxima (PAnM) e da Capacidade Anaeróbia, em termos absolutos, obtidas no Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga óptima (0,109); 0,120 Kg.Kg ⁻¹ da MC).	52
Gráfico 2: Representação das variáveis potência anaeróbia máxima (PAnM) e da Capacidade Anaeróbia, em termos relativos, obtidas no Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga óptima (0,109); 0,120 Kg.Kg ⁻¹ MC).	53
Gráfico 3: Representação dos valores médios de potência obtidos no teste Wingate com carga estandardizada e com a carga óptima.	61
Gráfico 4: Representação dos valores médios do trabalho total obtidos no teste Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga óptima (0,109); 0,120 Kg.Kg ⁻¹ MC).	67
Gráfico 5: Representação dos valores médios do Índice de Fadiga obtidos no teste Wingate com diferentes cargas.	68
Gráfico 6: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate.	70
Gráfico 7: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate e da PAnM nas diferentes cargas.	71
Gráfico 8: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate e do Índice de Fadiga nas diferentes cargas.	71

ABREVIATURAS

Acetil CoA: Acetil-coenzima A
ADP: Difosfato de adenosina
ATP: Trifosfato adenosina
CoA: Coenzima A
CO₂: Dióxido de Carbono
SD: Desvio Padrão
et al.: e outros
FAD: Flavina adenina dinucleotídio
FADH₂: Flavina adenina dinucleotídeo reduzido
FC: Fosfato de creatina
Fig.: Figura
F-V: Teste Força-Velocidade
H₂O: Água
H⁺: Protão
IF: Índice de Fadiga
M: Média
MC: Massa Corporal
CA: Capacidade anaeróbia
CA-abs.: Capacidade anaeróbia absoluta
CA-rel.: Capacidade anaeróbia relativa
n: Número de sujeitos da amostra
NAD⁺: Nicotinamida adenina dinucleotídio
NADH: Nicotinamida adenina dinucleotídeo reduzido
O₂: Oxigénio molecular
OL: Carga óptima
OPP: Potência anaeróbia máxima óptima
ORPM: valor óptimo de velocidade em rotações por minuto
PAnM: Potência anaeróbia máxima
PAnM-abs.: Potência anaeróbia máxima absoluta
PAnM-rel.: Potência anaeróbia máxima relativa
Pi : Ião fosfato
RPM: rotações por minuto
Sistema ATP/CrP: Sistema dos Fosfagénios
WAnT: Teste de Wingate
W: Watts
∑ pg.: Somatório das pregas de gordura cutânea

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Fontes Ribeiro, pelo conhecimento transmitido ao longo do curso.

Ao Mestre Amândio Cupido dos Santos, pelos conhecimentos transmitidos, pela orientação, capacidades de trabalho e sacrifício demonstradas no desenvolvimento de todo este trabalho.

À Dr. Fátima Rosado, por todo o apoio e disponibilidade prestada ao longo da realização deste trabalho.

Aos alunos do 2ºAno (2003/2004) da FCDEF-UC que participaram no estudo, pela disponibilidade, apoio, dedicação e empenho durante a realização dos testes. De igual modo, gostaria de deixar-lhes o meu muito obrigado pela forma carinhosa que sempre me trataram, permitindo estabelecer laços de amizade.

Aos colegas de seminário, pela solidariedade demonstrada ao longo de todo o trabalho e em especial à Sara pela amizade, união e apoio.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, por todo o apoio, carinho e compreensão manifestado ao longo da minha vida académica. Pai e Mãe agradeço-vos por me terem dado a oportunidade de me poder formar e por todas as coisas boas da vida que já me proporcionaram. Serei eternamente grata!

A todos, deixo o meu MUITO OBRIGADA! Por tudo.

RESUMO

O presente trabalho tem como objectivo principal verificar se a carga óptima através da qual se obtém o valor máximo da potência anaeróbia (PAnM), por meio do teste Força-Velocidade (F-V), será também a carga óptima para se alcançar o valor máximo da capacidade anaeróbia no Teste Wingate. Deste modo, analisaram-se as variáveis potência anaeróbia máxima óptima (OPP) e respectiva carga óptima no teste F-V; potência anaeróbia máxima, capacidade anaeróbia, trabalho total e índice de fadiga no teste de Wingate, efectuado contra cinco resistências diferentes.

A amostra, constituída por 19 sujeitos, com uma média de 21,33 anos, todos eles alunos do segundo ano do Curso de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, realizou o teste F-V com o intuito de se determinar a carga óptima de cada sujeito, o valor da potência anaeróbia máxima óptima alcançado, bem como o valor óptimo de velocidade em rotações por minuto.

Posteriormente, foram realizados cinco testes de Wingate com cinco cargas diferentes, com um intervalo de aproximadamente 48h entre eles. A escolha das cargas recaiu no valor proposto como sendo a carga adequada para a realização do teste de Wingate, ou seja $0,075 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da massa corporal (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996), a carga óptima para a potência anaeróbia máxima óptima obtida através do teste F-V e mais três cargas. Assim, as cargas utilizadas foram de 0,075; 0,090; 0,105 e $0,120 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da MC, mais a carga óptima de cada sujeito.

Os resultados obtidos demonstraram que os valores médios da carga óptima para a obtenção da PAnM óptima, calculada através do teste F-V, são superiores ($0,109 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da MC) aos valores da carga standardizada ($0,075 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da MC) utilizada no teste de Wingate. Assim, a utilização da massa corporal como indicador para a determinação da carga aplicada durante o teste WAnT, parece-nos que não é a forma mais indicada, uma vez que existem diferenças altamente significativas entre a carga standardizada e a carga óptima obtida no teste F-V.

De igual modo, os valores médios da PAnM obtidos no WAnT com a carga óptima, foram significativamente superiores à carga standardizada ($919,42 \pm 132,90$

W vs $835,16 \pm 125,85$ W), assim como para a capacidade anaeróbia ($685,25 \pm 82,17$ W vs $653,48 \pm 89,06$ W).

Relativamente aos valores da PAnM calculada através do teste F-V e do WAnT com carga óptima, estes não apresentaram diferenças significativas, sugerindo assim, que ambos os testes predizem correctamente esta variável, desde que se utilize no WAnT a carga óptima, previamente determinada através do teste F-V.

Estes resultados sugerem a importância e necessidade de se aplicar a carga óptima a cada sujeito, em detrimento da aplicação de uma carga estandardizada para diferentes sujeitos, de modo a proporcionar uma avaliação mais individualizada e por isso mais correcta, do desempenho anaeróbio, por meio do teste de Wingate. Um dos procedimentos a adoptar será eventualmente a utilização da carga óptima obtida pelo teste F-V, já que é com esta que se alcança os maiores valores da PAnM e da capacidade anaeróbia. Assim, contrariamente ao que se diz, a carga óptima para a PAnM também parece ser a carga óptima para a capacidade anaeróbia.

ABSTRACT

The present study's main object is to verify if the optimal load through which the maximum value of peak power (PP) is obtained, using the Force-Velocity (F-V) test, is also the optimal load to attain the maximum value of the mean power on the Wingate Test. In order to do so, we registered the different values of the variables of optimal peak power (OPP) and its corresponding optimal load on the F-V test; peak power, mean power, total work and rate of fatigue, by performing the Wingate test with five different breaking force resistances.

The sample, consisting of 19 subjects, with an average age of 21,33 years, all of them second year students of the Course of Science of Sports and Physical Education of the University of Coimbra, performed the F-V test in order to determine the optimal load of each subject, the value of the optimal peak power achieved, as well as the value of the optimal velocity in revolutions per minute.

Afterwards, five Wingate tests were conducted with five different loads, each separated by approximately 48 hours. The choice of the loads was based on the value suggested as being the adequate load for the performance of the Wingate test, 0,075 Kp.kg⁻¹ body mass (BM) (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996), the optimal load for optimal peak power obtained throughout the F-V test and three more loads. Thus, the loads used were 0,075; 0,090; 0,105 and 0,120 Kp.kg⁻¹ BM, plus the optimal load of each subject.

The results obtained demonstrated that the average values of the optimal load in order to obtain OPP, calculated through the F-V test, were higher (0,109 Kp.kg⁻¹ of BM) than those of the standard load (0,075 Kp.kg⁻¹ of BM) used in the Wingate test. Thus, the usage of body mass as an indicator of the load used during the WAnT test, appears not to be the most indicated way, since there are highly significant differences between standard load and the optimal load obtained on the F-V test.

In the same way, the average values of PP obtained on the WAnT with optimal load, were significantly higher than the standard load (919,42±132,90W; 835,16±125,85W), just like for mean power (685,25±82,17 W; 653,48±89,06W).

As for the values of PP calculated through the F-V test and the WAnT with optimal load, they do not present significant differences, therefore suggesting that both tests predict correctly this variable, as long as optimal load is used.

These results suggest the importance and necessity of using optimal load on each subject, to the detriment of using a standard load for the different subjects, in order to present a more adequate evaluation of the anaerobic performance, through the Wingate test. One of the procedures that should be adopted is eventually the usage of optimal load obtained by the F-V test, since it is with this that the higher values of PP and mean power is achieved.

Therefore, optimal load for peak power also seems to be the optimal load for mean power.

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

O teste Wingate é, provavelmente, o teste de laboratório mais utilizado e referenciado para realizar a avaliação da performance anaeróbia (Bar-Or, 1996). Contudo, este teste apresenta algumas limitações, fundamentalmente no que concerne à escolha da resistência utilizada.

De facto, este tem sido examinado mais extensivamente do que qualquer outro teste de performance anaeróbia para diversas populações.

Dado que a potência resulta do produto da força pela velocidade, os valores máximos da potência e da capacidade anaeróbia, só são realmente alcançados mediante a aplicação da “resistência óptima”, cujo valor é muitas vezes difícil de determinar. Nesta conformidade, alguns autores recomendaram que a carga, que possibilita o valor mais elevado da potência, aplicada no teste F-V, poderia ser utilizada como a carga óptima para o Wingate (Van Praagh et al., 1990; Vandewalle et al., 1985; Inbar et al., 1996 citado por Chia, 2000).

Num estudo efectuado por Van Praagh et al. (1990) aplicaram-se as cargas óptimas identificadas por meio do teste F-V, no teste de Wingate, de modo a avaliar-se o desempenho durante os 30s do WAnT. Porém, segundo Chia (2000) este tipo de procedimento é controverso, dado que a carga aplicada pode ser óptima para a obtenção do valor máximo da potência, mas não para a capacidade anaeróbia máxima.

Assim, segundo o mesmo autor, será necessário pesquisar mais sobre este assunto, para determinar se a carga, obtida pelo teste F-V, ao ser aplicada no WAnT, produz resultados significativamente diferentes, comparativamente à carga estandardizada.

Segundo Evans & Quinney (1981), Patton et al., (1985) e Vandewalle et al., (1985) citado por Chia (2000), o valor da carga óptima a aplicar, durante os 30 segundos do Wingate, conduzido no cicloergómetro *Monark*, seria de **0,095 Kg. Kg⁻¹ da MC**, para homens adultos.

Estudos realizados por Dotan & Bar-Or, (1983) & Vandewalle et al. (1987) revelaram que as cargas ótimas para provocar a potência máxima são maiores do que as necessárias para atingir a maior capacidade anaeróbia. (Almuzaini, 2000).

Mais recentemente, Carlson & Naughton (1994) sugeriram que o WAnT é insensível a pequenas alterações incrementais na resistência estabelecida.

Já Almuzaini (2000), ao aplicar diferentes resistências no teste WAnT chegou à conclusão que os resultados revelaram diferenças significativas entre as quatro resistências, na potência anaeróbia máxima (PAnM) e na capacidade anaeróbia (CA). Podemos então dizer que, a PAnM é sensível a pequenos incrementos de resistência, enquanto que a CA só é sensível a grandes incrementos de resistência.

O aparente desacordo entre os estudos anteriormente referidos, poderá ficar a dever-se ao facto de terem sido efectuados com amostras de diferentes escalões.

Na literatura existente, só existem dados fragmentados sobre respostas para modificar as resistências no Wingate. Deste modo, sugere-se que mais investigação é necessária para estabelecer as forças ótimas específicas para os vários escalões etários. Este conhecimento poderá vir a esclarecer muitas das polémicas levantadas em torno da aplicação do teste de Wingate, especialmente na ausência de um único teste 'de ouro' para medir desempenho anaeróbio.

1. OBJECTIVOS DO ESTUDO

Por meio da realização deste estudo, pretendemos atingir os seguintes objectivos:

- Verificar se a carga óptima calculada para a potência anaeróbia máxima (PAnM) será a mesma para a capacidade anaeróbia (CA);

- Verificar se a carga standardizada, aplicada no teste de Wingate (0,075 Kg.Kg⁻¹ MC), permite a obtenção dos valores máximos da PAnM e da capacidade anaeróbia;

- Verificar se existem diferenças significativas nas variáveis obtidas no Wingate, com a carga standardizada e as restantes cargas.

2. PERTINÊNCIA DO ESTUDO

A escolha da resistência ideal que nos permita obter o maior valor da potência anaeróbia e da capacidade anaeróbia no Wingate (WAnT) tem sido uma preocupação nestes últimos anos e, por enquanto, é um desafio só parcialmente resolvido (Almuzaini, 2000). Daí a importância e necessidade de se discutir a escolha da resistência para uma avaliação mais adequada da performance anaeróbia, por meio do teste de Wingate. Aliada a esta problemática surge ainda a dúvida se a carga utilizada será ótima para ambas as variáveis PANM e CA.

A determinação do valor adequado da resistência externa a aplicar é um aspecto de extrema importância, dado que dele depende o desempenho do sujeito no teste. Zwiren (1989) citado por Carlson & Naughton (1994) refere a importância da aplicação da resistência apropriada de forma a assegurar o desempenho máximo no teste Wingate.

Na tentativa de ultrapassar esta questão, vários autores optaram por utilizar no teste Wingate a carga ideal determinada anteriormente por meio do teste Força-Velocidade. Esta abordagem foi inicialmente proposta por Vandewalle et al., (1985) e por Van Praagh et al., (1990), que constataram uma elevada correlação ($r = 0,93$) entre a potência máxima atingida neste teste e o Wingate (Van Praagh et al., 1990).

Neste contexto, achamos pertinente a realização deste trabalho, que visa averiguar se a carga que proporciona ao sujeito os valores máximos da potência, (obtida por meio do teste F-V), também é a carga que proporciona os valores máximos da capacidade anaeróbia no teste de Wingate.

Os vários estudos realizados, que revelam que a carga estandardizada utilizada no WAnT, poderá não ser a adequada para proporcionar ao sujeito o desenvolvimento máximo da sua performance, e mais concretamente da sua potência anaeróbia máxima vêm reforçar a necessidade de se desenvolver metodologias e métodos para determinar a carga ótima.

O conhecimento e a utilização individualizada da carga ótima, permitir-nos-á avaliar os atletas de uma forma mais correcta e conseqüentemente uma optimização do processo de treino desportivo.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. ENERGIA

O termo energia implica um estado dinâmico, uma condição de mudança, pois a presença de energia é revelada somente quando ocorre uma mudança. Deste modo, a energia está relacionada com a capacidade de realizar trabalho. À medida que o trabalho aumenta, a transferência de energia também aumenta, resultando na ocorrência de uma mudança.

Estando o ser humano em constante actividade, necessita de receber um suplemento contínuo de energia de modo a realizar as suas inúmeras e complexas funções. O processo subjacente a este fornecimento contínuo de energia inicia-se com o trifosfato de adenosina (ATP).

A energia presente nos alimentos não é transferida directamente às células para a realização de trabalho biológico, mas sim libertada por meio da oxidação sendo de seguida recolhida e conduzida, como uma forma acessível de energia química, através do composto rico em energia ATP. A energia potencial dentro da molécula de ATP é utilizada para todos os processos da célula que necessitam dela. Uma vez que o funcionamento da célula, depende da sua capacidade de extrair e utilizar a energia química contida nos alimentos, podem ser consideradas neste processo duas fases: a formação do ATP rico em energia a partir da energia potencial existente nos alimentos e a utilização da energia química presente no ATP para o trabalho biológico.

A molécula de ATP é formada por uma cadeia linear de três grupos de fosfatos ligados a um nucleótido modificado e a uma ribose. Será a partir da energia libertada durante a degradação deste composto (hidrólise), em adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi), que a célula conseguirá obter a energia necessária ao seu funcionamento. Por conseguinte, qualquer que seja o tipo de exercício, a fonte imediata de energia do músculo é obtida a partir do ATP.

Quando ocorre a ligação do ATP com a água (H₂O), por meio de uma reacção química catalizada pela enzima trifosfato de adenosina (ATPase), a ligação de fosfato mais externa é rompida e observa-se a libertação de um ião fosfato (também denominado fosfato inorgânico) formando-se um novo composto denominado adenosina difosfato, ou ADP. Esta reacção liberta aproximadamente 7,3 Kcal de energia livre por mol de ATP degradada para ADP (McArdle et al., 1998).



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

O ATP é denominado como fosfato de alta energia, pois gera uma grande quantidade de energia durante o seu fraccionamento. A energia libertada durante o fraccionamento de ATP é transferida directamente para outras moléculas, que necessitam de energia ou eventualmente liga-se a elas. Dado que a energia aproveitada do ATP acciona todas as formas de trabalho biológico, o ATP é quase sempre conhecido como a “moeda corrente energética” do organismo e que pode repetidamente ganhar e gastar (Guyton & Hall, 1998).

2. VIAS ENERGÉTICAS

A análise da literatura actual sugere, que praticamente todas as actividades físicas derivam de alguma energia, de cada um dos três processos de fornecimento de energia. Não há nenhuma dúvida, que cada sistema está melhor adaptado para fornecer energia, para um tipo diferente de evento ou de actividade, contudo não implica o exclusivismo. Similarmente, os sistemas da energia contribuem sequencialmente, mas de uma forma sobreposta, às necessidades energéticas do exercício (Gastin, 2001).

As vias anaeróbias são aquelas que, sem recurso ao oxigénio, permitem a produção de ATP, isto é, quando o organismo é sujeito a um esforço de alta intensidade, a ressíntese deste composto realiza-se através da via dos fosfogénios e

da via glicolítica, levando à produção de lactato (Green & Dawson, 1993). Já o sistema energético aeróbio refere-se à combustão dos hidratos de carbono e gorduras na presença de oxigénio (Gastin, 2001).

O sistema de energia anaeróbio é dividido em componentes aláctica e láctica, referentes aos processos que envolvem a utilização das reservas de fosfagénio, ATP e fosfocreatina e na transformação dos hidratos de carbono em ácido láctico por meio da glicólise.

O sistema anaeróbio é capaz de responder imediatamente às necessidades de energia em exercícios intensos, sendo assim capaz de suportar a potência extremamente elevada do músculo. Infelizmente, o sistema anaeróbio é limitado no que diz respeito à sua capacidade, uma vez que qualquer interrupção do trabalho ou redução da potência, a um nível em que possa ser encontrado o metabolismo aeróbio, é visto durante períodos prolongados do exercício intenso. O sistema de energia aeróbio responde surpreendentemente e de uma forma rápida às necessidades do exercício intenso, contudo é incapaz de responder às necessidades de energia, no início do exercício, independentemente da intensidade do exercício.

Assim, as vias anaeróbias são capazes de ressintetizar o ATP em índices elevados, contudo estão limitadas à quantidade de energia que pode ser libertada num exercício intenso (Gastin, 2001).

A quantidade de ATP presente nos músculos, até mesmo no atleta bem treinado, só é suficiente para manter a potência muscular máxima, cerca de três segundos. Por conseguinte, é essencial que haja formação contínua de novo ATP. Deste modo, a energia necessária à formação de ATP provém de três sistemas, diferenciando-se quer na velocidade com que dão origem ao produto final, quer na sua quantidade.

De seguida, irão ser apresentados os três sistemas metabólicos responsáveis pela reconstituição do suprimento contínuo de ATP nas fibras musculares.

1. Sistema do ATP-FC / Via anaeróbia aláctica;
2. Sistema da Glicólise / Via anaeróbia láctica;
3. Sistema da Fosforilação Oxidativa / Via aeróbia.

2.1. SISTEMA DE ENERGIA IMEDIATA - ATP-FC (VIA ANAERÓBIA ALÁCTICA)

As provas de curta duração e alta intensidade, exigem um fornecimento imediato e rápido de energia. Assim, o sistema ATP-FC actua *imediatamente* e *durante os primeiros segundos* de um esforço, até que outros sistemas mais energéticos comecem a dar o seu contributo. O sistema em causa utiliza para a obtenção de energia, dois compostos químicos, o ATP e a fosfocreatina (FC). Este sistema constitui o mecanismo mais simples e imediato de ressíntese de ATP a partir da energia fornecida pela fosfocreatina. Apesar da grande importância do ATP como agente de acoplamento para a transferência de energia, não constitui o depósito mais abundante de ligações de fosfato de alta energia nas células. Pelo contrário, a fosfocreatina, que também contém ligações de fosfato de alta energia, é várias vezes mais abundante, pelo menos no músculo (Guyton & Hall, 1998).

A fosfocreatina está presente nas células das fibras musculares numa proporção quatro a seis vezes superior à quantidade de ATP, o que faz deste composto um verdadeiro reservatório de fosfatos de alta energia (McArdle et al., 1996).

Após o início do exercício, o aumento da concentração sarcoplasmática de ADP, resultante da decomposição do ATP, vai estimular a actividade da enzima creatina fosfocinase. Esta enzima funciona como catalizador da reacção que permite a quebra da ligação entre o fosfato e a creatina, resultando libertação de energia necessária à síntese de ATP (Powers & Howley, 1997).

O maior nível energético da ligação de fosfato de alta energia na fosfocreatina (13.000 em comparação com 12.000 calorias/ mol), faz com que a reacção entre a fosfocreatina e o ATP prossiga muito mais a favor do ATP (Guyton & Hall, 1998).

Uma característica especial da transferência de energia da fosfocreatina para o ATP é que ela ocorre numa pequena fracção de segundos. Deste modo, toda a energia armazenada na FC muscular encontra-se imediatamente disponível para a contracção muscular, tal como a energia armazenada no ATP.

As quantidades intracelulares de fosfocreatina e as de ATP formam o chamado “sistema energético do fosfagénio”. Estes compostos quando utilizados em conjunto, podem fornecer potência muscular máxima por um período de *oito a dez* segundos. Segundo Powers & Howley (1997), o sistema ATP-FC consegue

responder às necessidades energéticas do exercício intenso com duração de 1 a 5 segundos.

Assim, a energia proveniente do “sistema dos fosfagénios” é utilizada para actividades breves e máximas de potência muscular. Sem este sistema, os movimentos rápidos e vigorosos (intensidade máxima) não poderiam ser realizados com eficiência, pois exigem um fornecimento rápido de energia e não uma grande quantidade.

Este sistema tem um papel imprescindível nas situações, em que as mudanças em termos metabólicos sejam bruscas, uma vez que mantém os níveis celulares de ATP, de forma rápida. Porém, as reservas de ATP e FC presentes no músculo são reduzidas (McArdle et al., 1996).

Após o exercício, o organismo tem a capacidade de voltar a armazenar energia em forma de FC, o que demonstra a reversibilidade das reacções. O restabelecimento das reservas de FC necessita da energia proveniente da decomposição química do ATP e ocorre num período de recuperação após a realização do exercício.

Assim, caso o exercício se prolongue, o organismo terá de recorrer a outros sistemas de forma a obter os níveis de energia necessários. Nesse caso, a regeneração de ATP será feita por fosforilação e é conseguida através de duas vias distintas: Sistema da Glicólise ou via anaeróbia láctica e sistema da fosforilação oxidativa ou via aeróbia. Este facto demonstra, que a energia recrutada para a realização de determinado exercício, resulta de uma combinação das diferentes vias, o chamado continuum energético.

Até os exercícios de alta intensidade, com um período de duração limitada, tem sempre a combinação das diferentes vias energéticas. Segundo Spriet (1995), com o intuito de tentar traduzir em termos percentuais, a participação das diferentes vias e os momentos em que são activados, refere que, as percentagens mais altas de ATP anaeróbio, proveniente das reservas de FC e da via glicolítica, durante um esforço máximo, ocorrem durante os primeiros 10 segundos. Se o exercício se prolonga por 30 segundos, as reservas de FC esgotam-se e entre os 10 e os 30 segundos, o esforço é mantido em grande parte pela intervenção da via glicolítica (Spriet, 1995).

Robergs & Roberts (2000), consideram que na realização de um determinado tipo de actividade (anaeróbia ou aeróbia), não devemos considerar cada um dos

sistemas de produção de energia de forma isolada, visto que, não existe nenhuma actividade, em que participe apenas um sistema energético.

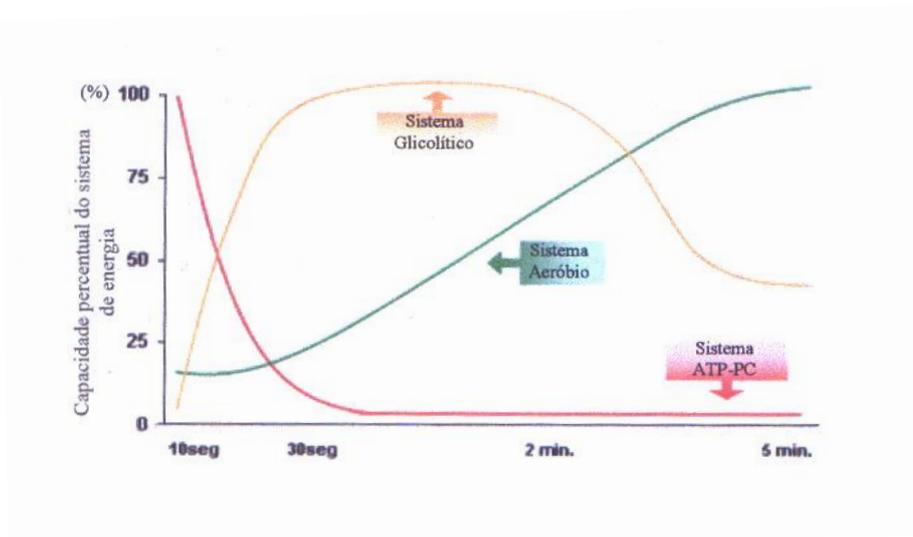


Fig. 2 – Contribuição relativa de cada uma das vias energéticas em função do tempo de duração do exercício (Adaptado de McArdle et al., 1996).

2.2. SISTEMA DE ENERGIA A CURTO PRAZO – GLICÓLISE (VIA ANAERÓBIA LÁCTICA)

Outro mecanismo capaz de ressintetizar rapidamente, na ausência do oxigénio, moléculas de ATP (com metade da velocidade do sistema ATP-FC, mas duas vezes e meia mais rápido que o sistema aeróbio) é o mecanismo da degradação da glicose, o qual se designa por Via ou Sistema Glicolítico (Guyton & Hall, 1998). Já na opinião de McArdle et al., 1998, este sistema de formação de ATP tem o triplo da velocidade do sistema aeróbio.

No nosso corpo, todos os hidratos de carbono, são transformados em glicose. Caso o açúcar simples não seja utilizado, este ficará armazenado sob a forma de glicogénio hepático, e nos músculos sob a forma de glicogénio muscular (McArdle et al., 1998).

Neste sistema a energia necessária para a fosforilação do ADP provém da degradação da glicose (proveniente do sangue ou das reservas musculares de glicogénio), por meio de um processo designado por **Glicólise**. A etapa inicial da

glicólise, ocorre na ausência de oxigénio, daí ser um exemplo de metabolismo anaeróbio. Este processo ocorre no sarcoplasma da célula muscular, produzindo por cada molécula de glicose degradada, duas moléculas de ATP e duas moléculas de ácido pirúvico ou láctico, consoante a presença ou ausência de oxigénio, respectivamente.

Para que todo o processo se inicie, a glicose tem que penetrar na célula, através de um mecanismo de difusão facilitada, controlado pela quantidade de insulina segregada. A velocidade de transporte de glicose é acentuadamente aumentada pela insulina. Assim, quando o pâncreas segrega grandes quantidades de insulina, a velocidade de transporte da glicose na maioria das células aumenta até dez vezes ou mais em relação à velocidade registada na ausência de secreção de insulina (Guyton & Hall, 1998).

Este processo decorre em dez etapas sucessivas de reacções químicas, conforme ilustrado na figura:



Reacção final por molécula de glicose:



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

Cada etapa é catalisada pelo menos por uma enzima específica. Inicialmente a glicose é convertida em frutose-1,6-difosfato, sendo posteriormente clivada em duas moléculas de três átomos de carbono, sendo cada uma delas, convertida em ácido pirúvico, através de cinco etapas sucessivas. Nesta fase da glicólise é utilizada energia proveniente de duas moléculas de ATP.

Numa outra fase da glicólise (da quinta à décima reacção) ocorre a síntese de quatro moléculas de ATP (na sétima e décima reacção), por transferência directa de um Pi e pela energia libertada do substrato para o ADP.

Assim, o resultado final deste processo (tendo em consideração que na fosforilação inicial da glicólise são necessárias duas moléculas de ATP) traduz-se num ganho de duas moléculas de ATP por cada molécula de glicose degradada, ou de três, caso a glicose seja proveniente do glicogénio, pois não necessita de ATP para ser fosforilado (McArdle, 1996).

Quando a glicose entra na célula podem acontecer duas situações: ser imediatamente utilizada de modo a produzir energia, ou ser armazenada sob a forma de glicogénio. A formação de glicogénio a partir da glicose designa-se por **Glicogénese**. A *glicose-6-fosfato* é inicialmente transformada em glicose-1-fosfato, sendo esta convertida em *uridina-difosfato-glicose* que será então convertida em *glicogénio*.

O processo antagónico, ou seja a degradação de glicogénio armazenado na célula para formar novamente glicose, designa-se por **Glicogenólise**. De notar, que este processo não ocorre por reversão das mesmas reacções químicas que serviram para formar o glicogénio. Cada molécula sucessiva de glicose em cada ramificação do glicogénio é clivada por um processo de fosforilação, catalisada pela enzima fosforilase, que é influenciada pela acção das hormonas adrenalina e glucagon.

Todas as células do organismo possuem a capacidade de armazenar este composto, porém umas armazenam em grande quantidade, como é o caso das células

hepáticas (capazes de armazenar de 5% a 8% do seu peso sob a forma de glicogénio), e outras apresentam uma capacidade mais limitada (células musculares, em que as reservas de glicogénio podem constituir cerca de 1% a 3% do seu peso).

Em condições ideais, o sistema glicolítico pode permitir 1,3 a 1,6 minutos de actividade muscular máxima, que irá somar-se aos 8 a 10 segundos do sistema de fosfagénios, embora com uma certa redução da potência muscular (Guyton & Hall, 1998).

Assim, este mecanismo anaeróbio láctico, caracteriza-se por uma grande produção de energia num curto espaço de tempo, porém com o inconveniente de gastar muito glicogénio e formar grandes quantidades de ácido láctico, que a partir de determinados níveis, impossibilita a continuidade do exercício.

No exercício intenso, quando as necessidades energéticas ultrapassam o fornecimento e o ritmo de utilização de oxigénio, nem todo o hidrogénio pode ser oxidado por meio da cadeia respiratória, e como a energia anaeróbia na glicólise depende da disponibilidade de NAD^+ para a oxidação de 3-fosfogliceraldeído, o excesso de pares de hidrogénios combinam-se com o ácido pirúvico, formando-se ácido láctico.

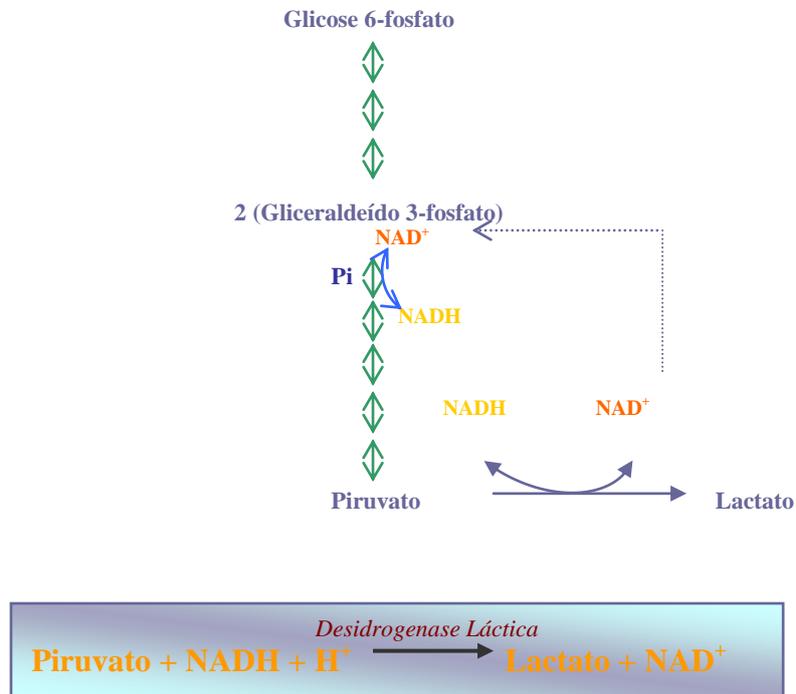


Fig. 4 – Formação do lactato (Adaptado de Guyton & Hall, 1998).

Por conseguinte, em condições anaeróbias, a maior parte do ácido pirúvico é convertido em ácido láctico, que irá difundir-se rapidamente das células para zonas circundantes, como por exemplo, o sangue (McArdle et al., 1996).

Em suma, a via energética anaeróbia láctica (sem O₂ e com formação de ácido láctico):

- Resulta na formação de ácido láctico;
- Não requer a presença de O₂;
- Utiliza apenas os hidratos de carbono;
- Liberta energia para a ressíntese de poucas moléculas de ATP.

2.2.1 SISTEMA DO ÁCIDO LÁCTICO

Após a formação de ácido láctico, este difunde-se rapidamente no sangue, onde é tamponado para formar lactato.

O ácido láctico é um composto produzido com ou sem a presença do oxigénio, pelo que não deve ser entendido como resultante apenas das condições anaeróbias. Há a formação de lactato sempre que a taxa de produção de piruvato exceda a velocidade com que este composto entra na mitocôndria (Robergs & Roberts, 2000).

Segundo os mesmos autores, a produção de ácido láctico não constitui necessariamente um factor limitador do metabolismo muscular durante o exercício, uma vez que possibilita a regeneração do NAD⁺ necessário para manter a produção de ATP através da glicólise. Por outro lado, o ácido láctico produzido durante a realização do exercício intenso, constitui uma fonte de energia química potencial, utilizada pelo organismo durante a recuperação ou no exercício moderado.

Parte do ácido láctico produzido no músculo esquelético durante o exercício, é transportado para o fígado por meio da circulação sanguínea, sendo aí convertido em ácido pirúvico e posteriormente em glicose (reacção catalizada pela enzima desidrogenase láctica) através de um processo designado gliconeogénese (Powers & Howley, 1997). Assim, a glicose produzida pode ser utilizada na síntese de glicogénio ou entrar na circulação sanguínea de modo a ser utilizada por outros tecidos (Ciclo de Cori).

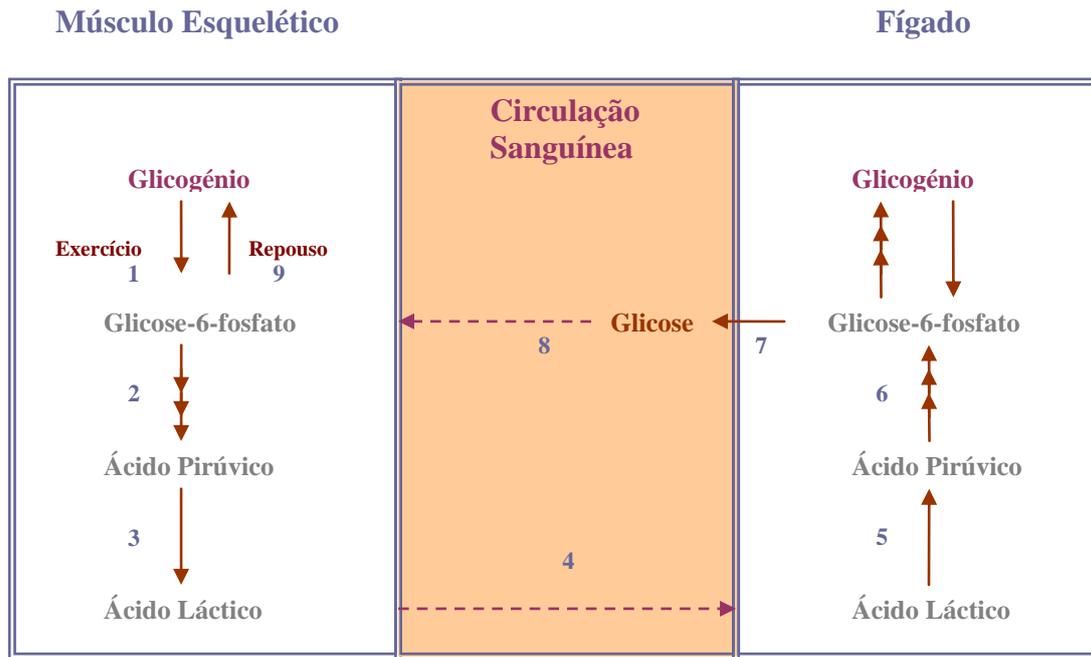


Fig. 5 – Ciclo de Cori (Adaptado de Powers & Howley, 1997).

O ácido láctico não deve ser, portanto, encarado como um “produto de desgaste” metabólico, mas sim como uma fonte de energia química armazenada que será aproveitada quando houver novamente oxigénio suficiente. O ciclo de Cori 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.

A acumulação de lactato pode resultar não apenas da anaerobiose muscular, mas também de uma menor depuração total de lactato ou de uma maior produção de ácido láctico nas fibras específicas de um músculo (McArdle et al., 1996). Segundo estes autores, nas fibras de contracção rápida, existe uma tendência da enzima LDH em favorecer a conversão do ácido pirúvico em ácido láctico. Já nas fibras de contracção lenta, ocorre o inverso, ou seja, existe uma tendência da enzima LDH em favorecer a conversão do ácido láctico em ácido pirúvico.

De referir que, o músculo cardíaco é capaz de converter o ácido láctico em ácido pirúvico, utilizando-o para obter energia. Isto ocorre, em grande parte, durante o exercício intenso, em que são libertadas grandes quantidades de ácido láctico no sangue a partir dos músculos esqueléticos (Guyton & Hall, 1998).

Durante a realização de exercício de baixa a moderada intensidade, a concentração sanguínea de ácido láctico mantém-se em níveis muito semelhantes aos encontrados em situação de repouso (Chicharro & Arce, 1991; Wilmore & Costill,

1994). A concentração sanguínea de lactato traduz o equilíbrio dinâmico entre a produção de lactato e a sua eliminação. Em condições normais, sujeitos são em repouso e bem oxigenados apresentam valores de lactato sanguíneo entre 0.7 e 1.3 mmoles. L⁻¹ (Manso, Valdivielso & Caballero, 1996).

Porém, quando se verifica um aumento progressivo na intensidade do exercício, observa-se um ponto (variável de indivíduo para indivíduo) a partir do qual a concentração de lactato no sangue aumenta exponencialmente. Chicharro & Arce (1991) e Wilmore & Costill (1994) designam este ponto por limiar anaeróbio.

Wasserman (1991) citado por Manso, Valdivielso & Caballero (1996) refere que o limiar anaeróbio constitui um importante índice para avaliar a eficiência do sistema cardiovascular para transportar oxigénio a um ritmo adequado com o intuito de evitar a anaerobiose muscular durante o exercício. Segundo o autor, limiar anaeróbio define-se como “intensidade do exercício acima do qual a concentração de lactato no sangue começa a aumentar de forma exponencial havendo simultaneamente uma intensificação desproporcionada da ventilação relativamente ao oxigénio consumido”.

Assim, o limiar anaeróbio tem aplicações práticas: predição do desempenho e indicador da intensidade do exercício (Powers & Howley, 1997).

Segundo estes mesmos autores, existe uma certa controvérsia relativamente ao mecanismo que explica o aumento repentino das concentrações do ácido láctico sanguíneo durante o exercício intenso. É possível que algum ou a combinação dos seguintes factores possa fornecer uma explicação para o limiar anaeróbio: valores baixos de oxigénio muscular, glicólise acelerada, recrutamento das fibras rápidas e reduzida taxa de remoção de lactato (Powers & Howley, 1997).

2.3. SISTEMA DE ENERGIA A LONGO PRAZO – (VIA AERÓBIA)

A via de produção de energia em causa ocorre no interior das mitocôndrias das células musculares e está directamente relacionada com a oxidação de substratos alimentares, nomeadamente hidratos de carbono, lípidos e proteínas. O que distingue este sistema dos outros dois descritos anteriormente é o facto de utilizar o O₂ para a obtenção de energia. A maioria das moléculas de ATP necessárias à vida, é produzida através da respiração aeróbia que se pode dividir em quatro fases: **glicólise**

aeróbia, formação de acetil-CoA, ciclo de Krebs e cadeia de transporte de electrões (Guyton & Hall, 1997).

A primeira fase, ocorre quando a molécula de glicose entra na célula para ser utilizada como energia, sofrendo uma série de reacções químicas denominadas colectivamente de glicólise e que irá dar origem a duas moléculas de ácido pirúvico (McArdle et al., 1996). Na glicólise aeróbia, o glicogénio, na presença de O_2 , é transformada em dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e ressíntese de ATP. Esta reacção é idêntica à glicólise anaeróbia até à formação do ácido pirúvico. A partir daqui, com a presença de O_2 , não se dá a acumulação de ácido láctico mas sim a produção de H_2O , CO_2 e ATP.

Na segunda fase, o ácido pirúvico sai do citosol (líquido intra-celular), para uma mitocôndria. Na parte interna da mitocôndria, as enzimas retiram um átomo de carbono da molécula de ácido pirúvico com três carbonos, para formar CO_2 e um grupo acetil com dois carbonos. Nesta reacção é libertada energia que é utilizada para reduzir o NAD^+ em NADH. O grupo acetil combina-se com a CoA para formar acetil-CoA.

A terceira fase diz respeito ao Ciclo de Krebs, que se inicia com a formação do ácido cítrico, a partir da combinação de acetil-CoA com uma molécula, com quatro átomos de carbono, de ácido oxaloacético. Durante este ciclo ocorrem séries de reacções que produzem mais ácido oxaloacético que, ao combinar-se com outra molécula de acetil-CoA, pode reiniciar o ciclo de Krebs. No decorrer deste ciclo, salienta-se: *a produção de ATP* (por cada molécula de ácido cítrico é formada uma molécula de ATP), *a produção de NADH e $FADH_2$* e *a produção de dióxido de carbono*.

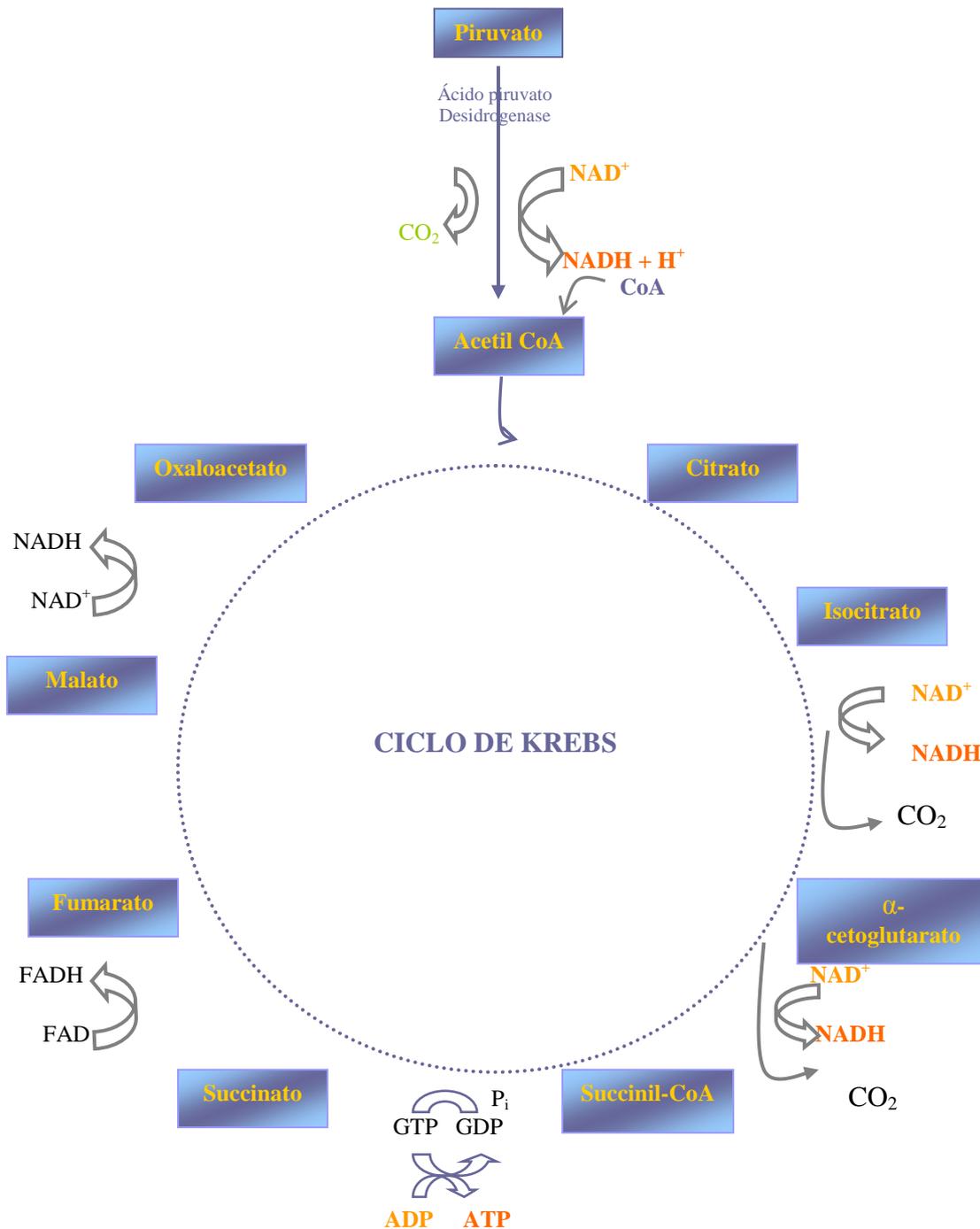


Fig. 6 – Compostos, enzimas e reações envolvidas no Ciclo de Krebs. Formação de três moléculas de NADH e uma molécula de FADH por cada ciclo (Adaptado de Powers & Howley, 1997).

Por cada molécula de ácido cítrico são convertidas três moléculas de NAD^+ em moléculas de NADH e, uma molécula de FAD é convertida em FADH_2 . As moléculas de NADH e de FADH_2 são transportadores de electrões, que entram na **cadeia de transporte de electrões** e são utilizadas para produzir ATP (Guyton & Hall, 1997).

Assim, a principal função do ciclo de Krebs consiste em degradar o citrato de acetil-CoA para dióxido de carbono e átomos de hidrogénio dentro da matriz da mitocôndria. De seguida, os átomos de hidrogénio são oxidados no transporte de electrões - fosforilação oxidativa e, subsequentemente, o ATP é regenerado. O ciclo de Krebs assegura a continuidade do metabolismo do piruvato (produto final da glicólise). O piruvato é preparado para penetrar no Ciclo de Krebs, por meio da associação com a coenzima A derivada da vitamina B, de modo a formar o composto de dois carbonos acetil-CoA. (McArdle et al ., 1996).

Na quarta fase, na cadeia de transporte de electrões, ocorre a entrada de iões de hidrogénio e electrões, via FADH_2 e NADH , os quais são transportados até ao oxigénio, pelos “transportadores de electrões” numa série de reacções enzimáticas, sendo a água o produto final ($4\text{H} + 4\text{e}^- + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$). Ou seja, o produto final (água) do metabolismo aeróbio, é formado a partir dos H^+ e electrões, tendo sido estes removidos no Ciclo de Krebs e com o oxigénio proveniente da respiração, por uma série de reacções que constituem a cadeia respiratória (Foss & Keteyian, 1998). A partir destas reacções dá-se a libertação de energia que é utilizada para a ressíntese de ATP.

O sistema aeróbio utiliza como combustível não só o glicogénio como também as gorduras (ácidos gordos) e as proteínas (aminoácidos). Enquanto que o glicogénio pode ser metabolizado aeróbia e anaerobiamente, as gorduras e as proteínas só produzem energia na presença do O_2 .

Facilmente se depreende que enquanto o sistema de fosfagénios é utilizado pelo músculo para surtos de potência de poucos segundos de duração, o sistema aeróbio é necessário para a actividade física de longa duração e baixa densidade. Já o sistema do glicogénio é particularmente importante para fornecer potência adicional durante competições intermédias.

Na via aeróbia existe uma baixa velocidade de produção de ATP, porém é a via com maior capacidade / rendimento.

3. MECANISMOS DA FADIGA

Durante anos, considerava-se que o ácido láctico era um mero “produto residual” da glicólise e responsável directo de uma grande variedade de “prejuízos” para os desportistas, tais como a fadiga muscular. Hoje, sabe-se que o lactato tem um papel muito importante no metabolismo energético, permite utilizar os hidratos de carbono e contribui para a formação de glicose e glicogénio hepático. O lactato, por si só, não é o responsável pela fadiga em nenhum tipo de exercício (Chicharro, & Vaquero, 1995).

A fadiga muscular pode ser definida como um declínio na capacidade de gerar força máxima, como resposta comum à actividade muscular (Vollestad, 1995 citado por Foss, 1998). Por conseguinte, um indivíduo entra em estado de fadiga, quando se vê impossibilitado de continuar a desenvolver uma determinada acção ou comportamento. Segundo Edwards (1981) citado por Van Praagh (1996) a fadiga é definida como a incapacidade de manter a força ou potência necessária ou esperada.

Para Mc Lester (1997) citado por Gatin (2001) fadiga é a diminuição momentânea da capacidade do desempenho dos músculos, vista usualmente como uma falha na capacidade de manter ou desenvolver a potência ou força esperada. Os mecanismos centrais e periféricos do corpo foram postulados como as causas da fadiga muscular. Segundo Gatin (2001) as evidências apontam o sistema nervoso central, como principal responsável pela fadiga, porém a maioria das pesquisas indicam-nos que mudanças na periferia são o principal factor limitador.

Foss & Kateyian (1998) sugeriram possíveis locais e mecanismos fisiológicos envolvidos na fadiga muscular localizada. Assim, segundo estes autores a fadiga poderá resultar de causas específicas, nomeadamente, nos sistemas energéticos, na acumulação de produtos metabólicos, no sistema nervoso e eventuais falhas a nível do mecanismo contráctil das fibras.

No que concerne aos sistemas de energia, a fadiga começa a ser sentida a partir do momento em que se dá a falta de elementos fundamentais à formação de ATP, que por sua vez permite a continuação da contracção muscular. De igual modo, a fadiga também está condicionada pelas reservas de glicogénio, dado que, tanto na via aeróbia como na via anaeróbia, a glicose obtida a partir do glicogénio, representa

um substrato essencial à produção de energia. Assim, as reservas de ATP e FC são cruciais durante os exercícios de grande intensidade e curta duração.

A utilização de diferentes vias metabólicas na obtenção de ATP origina outros produtos, alguns dos quais podem limitar a continuação do exercício. Um dos exemplos mais comuns é o aumento da concentração de prótons (H^+). A libertação de H^+ libertados pelo lactato faz baixar o PH do organismo, aspecto que pode ser responsável pela instalação do estado de fadiga, uma vez que afecta a actividade de muitas enzimas envolvidas no metabolismo energético. Brouns et al. (1987) citado por McArdle et al., (1996) defende no entanto que o aumento da acidez (redução do pH) não explica por si só, a redução da capacidade de realizar esforços intensos durante períodos mais prolongados.

Para Foss & Kateyian (1998) os distúrbios locais causados pela fadiga contráctil, indicam ao cérebro a necessidade de serem enviados sinais inibitórios para o sistema motor, o que irá causar um decréscimo no rendimento muscular.

Para Powers, & Howley (1997), o sistema nervoso central estaria implicado na fadiga se houvesse uma redução no número das unidades motoras funcionais envolvidas na actividade, ou uma redução na frequência do aquecimento da unidade motora. Assim, surge o conceito "de fadiga central", uma vez que, essa fadiga tem origem no sistema nervoso central.

Pelo contrário, experiências demonstram que quando o músculo era fatigado por contracções voluntárias, a estimulação eléctrica não poderia restaurar a tensão (Merton, 1954 citado por Powers & Howley, 1997). Este facto sugeria que o sistema nervoso central não limitava o desempenho, e que a "periferia" seria o local da fadiga.

Mais tarde, um trabalho demonstrou que a estimulação eléctrica de um músculo fatigado por contracções voluntárias, resultou num aumento do desenvolvimento da tensão. Estes estudos sugeriram que o limite superior da força voluntária é "psicologicamente" determinado, dado que determinados factores motivacionais ou activadores /estimuladores são necessários para alcançar o limite fisiológico (Ikai & Yabe, 1969 citado por Powers & Howley, 1997). Temos assim várias situações de fadiga, mas com origens diferentes: psíquica, neurológica (central) e resultante da actividade muscular por meio da actividade física (periférica). Dentro da periférica e dependendo do tipo de exercício, a fadiga pode

ser local (afecta uma zona definida e concreta correspondente à zona de trabalho) ou geral (afecta todo o organismo).

Em suma, a fadiga muscular, além de ser causada por factores periféricos locais, pode também conter uma “componente central”. A fadiga periférica e central podem aparecer separada ou combinada, dependendo da situação específica.

4. POTÊNCIA ANAÉROBIA VS CAPACIDADE ANAÉROBIA

É do nosso conhecimento que as vias anaeróbias são responsáveis pelo fornecimento de energia durante os primeiros instantes de um determinado esforço. Porém, estas vias apenas conseguem manter a sua actividade durante um curto período de tempo, apesar de serem as que conseguem produzir maior quantidade de energia por unidade de tempo.

Ao quantificarmos e qualificarmos o desempenho anaeróbio, torna-se importante distinguir dois conceitos: “potência anaeróbia” e “capacidade anaeróbia”. Segundo Green (1994) a **potência anaeróbia** traduz-se na taxa máxima à qual o ATP é ressintetizado, via metabolismo anaeróbio, por todo o organismo durante um tipo específico de exercício máximo de curta duração. A **capacidade anaeróbia** por sua vez traduz “a quantidade máxima de ATP ressintetizada pelo metabolismo anaeróbio, por todo o organismo, durante um tipo específico de exercício máximo, de curta duração (Green, 1994 citado por Chia, 2000). Assim, a *potência* reflecte a energia máxima gerada pelo sistema, por unidade de tempo, durante um exercício de máxima intensidade enquanto que a *capacidade* é a energia total cedida pelo sistema para a realização de qualquer actividade máxima.

Outros investigadores, usaram também o termo potência anaeróbia para descrever o desempenho em testes com duração inferior a 10 segundos (Margaria et al., 1996; Sargeant & Boreham, 1981 citado por Chia, 2000).

Segundo Bouchard et al. (1991), a capacidade anaeróbia pode ser avaliada através de três componentes, consoante a duração do exercício máximo. Assim, temos a capacidade anaeróbia de curta duração, onde o esforço máximo não tem um duração superior a 10 segundos, sendo suportado fundamentalmente pelas

concentrações de ATP-FC armazenadas no músculo e activados durante o exercício. Durante este período pode-se avaliar o sistema energético anaeróbio aláctico.

A capacidade anaeróbia de média duração, em que os exercícios máximos utilizados têm uma duração até 30 segundos, indica que o índice de trabalho até ao final do teste poderá ser considerado como uma estimação indirecta da potência anaeróbia láctica. Durante este período pode-se medir o sistema energético anaeróbio láctico.

Já a capacidade anaeróbia de longa duração, em que os exercícios máximos têm uma duração não superior a 90 segundos, são suportados igualmente pelos dois sistemas de produção de energia anaeróbios e pelo sistema aeróbio. Através destes exercícios máximos consegue-se estimar a total capacidade do sistema de prestação anaeróbia sob condições máximas.

A capacidade de produzir potência máxima (PAnM) durante alguns segundos, (uma medida da potência anaeróbia) e de manter a potência muito elevada durante um período de tempo breve – capacidade anaeróbia (CA) (uma medida de resistência anaeróbia) pode ser considerado como aspectos do desempenho anaeróbio (Chia, 1998 citado por Chia, 2000).

Dentro de certos limites, quanto mais fosfagénio o indivíduo possuir, mais apto está para executar exercícios intensos e de curta duração. As fibras musculares (tipo IIA e IIB), contém grandes quantidades de fosfagénio e de enzimas que os subdividem. Estes sistemas, ainda que determinados por certas questões genéticas, podem ser melhoradas com o treino (Powers & Howley, 1990 citado por Coast, Crouse & Jessup, 1995).

Os adolescentes e os adultos apresentam geralmente uma potência e uma capacidade anaeróbia mais elevada do que as crianças, quando expressas em unidades absolutas ou relativas, à massa corporal e à massa magra corporal (Inbar & Bar-Or, 1986 citado por Gaul, Docherty & Cicchini, 1995). O valor mais elevado da potência anaeróbia nos adultos pode ser atribuído à massa e à força, que é mais elevada, quando comparado com as crianças (Bouchard, Taylor, Simoneau & Dulac, 1991 citado por Gaul, Docherty & Cicchini, 1995).

Segundo Bar-Or (1996), os testes que avaliam a via anaeróbia e que utilizam a potência mecânica como critério, podem ser divididos em duas categorias:

- 1. Testes de muita curta duração:** avaliam a **potência anaeróbia máxima**, pelo que determinam potência mecânica mais elevada gerada por um

músculo ou por um grupo de músculos, após um breve período (que vai de menos de 1s até aproximadamente 10s). Neste tipo de actividades o sistema de produção de energia solicitado é o sistema ATP-FC. Deste modo, durante este período poder-se-á avaliar o sistema energético anaeróbio aláctico. Inbar (1995) denomina estes testes como “**Testes muito breves**”, apresentando como exemplo, entre muitos outros o *Vertical Jump*, *Margaria Spep Test*.

2. Testes de curta duração: avaliam a capacidade de o músculo manter uma potência elevada durante um período de tempo que oscila entre os 15 e os 30 segundos, pelo que permitem determinar a **capacidade anaeróbia**. O principal sistema energético solicitado é o sistema glicolítico (via anaeróbia láctica) em que a glicose constitui o substrato produtor de ATP. Estes testes são denominados por Inbar (1995) como “**Testes Breves**”, apresentando como exemplo, entre muitos outros, o teste Wingate.

Os primeiros são referidos como testes do pico de potência máxima, ao passo que os últimos reflectem a resistência local do músculo, sendo frequentemente referenciados como capacidade anaeróbia (Bar-Or, 1996).

5. TESTES DE AVALIAÇÃO DAS VIAS ANAERÓBIAS

Qualquer teste, deve medir efectivamente as variáveis em estudo, de forma consistente, recorrendo para tal a um sistema de classificação adequada às características daquilo que se pretende avaliar. A **fiabilidade, validade e objectividade** do teste determinam o seu valor como forma de avaliação de determinada(s) variável(s). O conceito de fiabilidade baseia-se na capacidade de um reteste reproduzir resultados idênticos aos obtidos nos testes, quando as condições estão previamente estandardizadas.

A validade do teste está relacionada com a capacidade que o teste tem de medir, de forma concreta, aquilo a que se pretende. Geralmente a validação do teste envolve a sua comparação com os resultados obtidos pelo mesmo sujeito num outro teste critério (Teste Gold Standart) (Docherty, 1996). Para determinar a validade de um teste deve-se compara-lo com um teste que avalie a mesma grandeza.

A objectividade do teste é determinada pela clareza e especificidade do protocolo, bem como da técnica de análise e classificação dos resultados obtidos.

Encontra-se em certa medida relacionada com a fiabilidade e traduz-se no grau de concordância entre os resultados obtidos pelo mesmo grupo no teste realizado em ocasiões distintas. Se os procedimentos na recolha e análise dos dados forem respeitados, os resultados deverão à partida ser idênticos, o que reflecte, em parte, a objectividade das técnicas utilizadas, bem como o rigor da sua aplicação.

5.1. TESTES DE POTÊNCIA E CAPACIDADE ANAERÓBIA

De forma a avaliar a aptidão anaeróbia e a capacidade anaeróbia, é necessário entender o que constitui e o que não constitui exercícios anaeróbios. O termo anaeróbio refere-se simplesmente a qualquer um dos caminhos metabólicos que produzem energia sem o uso de oxigénio. Nos humanos, isto implica exercício de alta intensidade e de curta-duração (Coast, Crouse & Jessup, 1995).

Testes de capacidade anaeróbia envolvem exercícios de alta intensidade entre uma fracção de segundos e alguns minutos (Skinner & Morgan, 1985, citado por Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996).

Neste ponto, serão apenas referenciados os testes laboratoriais anaeróbios, utilizados no presente estudo e que determinam a capacidade e a potência anaeróbia máxima.

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

Nome do teste	Índice de Performance	Tarefa	Duração	Mecanismo
“Force-Velocity” (Força-Velocidade)	PAn M	4/5 sprints (pedalar com a intensidade Max.)	5”-7” (cada sprint)	Cicloergómetro Isocinético ou de resistência constante
Wingate	PM; RML	Pedalar (com intensidade máxima)	30”	Cicloergómetro (resistência constante)

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

5.1.1 TESTE FORÇA-VELOCIDADE

Este teste foi desenvolvido originalmente por Pirnay and Crielaard em 1979, propondo a utilização de diferentes resistências durante os sprints num cicloergómetro, para medir a potência anaeróbia. O valor mais elevado da potência foi considerado por estes autores, como sendo a potência anaeróbia aláctica máxima (Pirnay & Crielaard, 1979 citado por Mercier, J., Mercier, B. & Prefaut, 1991).

O referido teste foi então concebido com o objectivo de ultrapassar o problema da optimização da carga / resistência na avaliação da performance anaeróbia em cicloergómetro.

Este teste, está incluído na 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 Força-Velocidade (F-V) permite avaliar a potência anaeróbia máxima - PAnM (“*peak power*”). O valor da **potência** produzida é resultante da **força** (resistência) pela **velocidade** (número de revoluções por minuto). Deste modo, é possível calcular o valor máximo alcançado 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. Este teste consiste na realização de 4 a 6 sprints máximos, num cicloergómetro, com uma duração média de 5 a 7 segundos. Cada sprint, é realizado contra uma carga que se mantém constante durante cada sprint mas que varia entre os sprints. 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 que é necessária para a obtenção desse valor. Esta força é aproximadamente 50% da Fo (Vandewalle et al., 1985 citado por Bar-Or, 1996).

Este teste foi inicialmente desenvolvido para adultos (Pirnay & Crielaard, 1979; Sargeant et al., 1981; Vandewalle et al., 1985), sendo mais tarde adaptado para crianças (Bedu et al., 1991; Mercier et al., 1992; Van Praagh et al., 1985) (Bar-Or, 1996).

Dado que as crianças apresentam uma rápida recuperação após esforços de alta intensidade, Hebestreit et al., (1993) citado por Bar-Or, (1996), sugerem que um

período de dois minutos entre os sprints consecutivos é suficiente para atingir a recuperação total. No entanto, a maior parte dos protocolos defende a utilização de intervalos de cinco minutos entre sprints, de forma a proteger os indivíduos dos efeitos resultantes da fadiga. A duração total deste teste é de 30 a 40 minutos, contudo apesar de ser prolongado, revela-se como sendo um teste fisicamente menos fatigante do que outros testes (e.g. Wingate), dado que cada repetição é realizada num curtíssimo espaço de tempo.

Segundo Bar-Or (1996), o teste F-V, apresenta várias vantagens, nomeadamente:

- Menos fatigante que alguns dos testes, realizados em tapete rolante por exemplo e o Wingate, pela sua curta duração de sprints, que vem em concordância com o que foi referido anteriormente;

- As relações entre as variáveis força e velocidade podem ser controladas durante o exercício, principalmente quando realizado em cicloergómetro isocinético;

- O valor da PAnM obtida está mais próximo do valor “real”, quando comparado ao teste Wingate ou outros protocolos no cicloergómetro, uma vez que resulta de uma carga óptima;

- O teste F-V pode ser utilizado como meio de determinação da força de resistência óptima (F_{opt}) para posterior utilização em testes como o Wingate, podendo assim, servir de pré-teste.

A ideia de utilizar o teste de F-V para realizar o cálculo da carga óptima para posterior aplicação no teste de Wingate foi inicialmente sugerida por Vandewalle et al. (1985) e Van Praagh (1990), ambos citados por Bar-Or (1996).

Não há dados avaliados por este autor acerca da fidedignidade e reprodutibilidade do teste F-V. Existe, contudo, uma elevada correlação ($r= 0,93$) entre a potência máxima obtida por este e o obtido pelo Wingate (Van Praagh et al., 1990 citado por Bar-Or, 1996).

Dado que cada repetição tem uma curta duração, o sujeito é capaz de gerar no teste F-V um valor mais elevado de potência máxima do que no Wingate, sendo este mais indicado para avaliar a capacidade anaeróbia.

Vandewalle et al. recomendam que o teste F-V, deve ser usado para medir a potência anaeróbia máxima, em que a resistência e frequência de pedalada óptima são obtidas para cada sujeito (Vandewalle et al., 1987 citado por Gaul, Docherty & Cicchini, 1995).

Todavia, o teste leva bastante tempo a ser completado, e os dados actuais mostram uma acumulação da concentração de lactato no sangue, entre sprints sucessivos, que pode ter um impacto prejudicial na produção de potência (Chia, 2000). Porém, Barbosa (2001) verificou que pelo menos até um determinado ponto na acumulação de lactato, não existe uma relação entre as duas variáveis.

Assim, uma das principais desvantagens do teste F-V está relacionada com o tempo necessário no período de recuperação, três a cinco minutos, entre cada sprint (Williams, 1995; Seck et al., 1995 citado por Chia, 2000). Consequentemente, o tempo total necessário para se realizar o teste, por sujeito, varia entre 30 a 40 minutos, muito mais longo do que outros testes anaeróbios (Bar-Or, 1996 citado por Chia, 2000).

Manter uma óptima motivação dos indivíduos, ao longo do teste, é mais importante que tudo, contudo a motivação pode ser mais difícil de manter durante as sessões do teste F-V, do que em testes de duração única. (Chia, 2000).

Uma outra desvantagem do teste F-V é a acumulação da concentração de lactato no sangue, após cada sprint curto. A repetição de sprints provoca um “amontoado de lactato”, que resulta em níveis de lactato mais elevados do que caso se executasse apenas um sprint, a toda a velocidade, até ao ponto de exaustão (Hermansen, 1971 citado por Chia, 2000). A acumulação de iões hidrogénio pode ter consequências adversas na produção de força muscular. Mercier et al. demonstraram que no teste F-V, há uma acumulação significativa de lactato no sangue, entre os sprints (Mercier et al., 1991).

5.1.2 TESTE WINGATE

O teste anaeróbio mais popular é o Wingate (WAnT). De facto, este teste tem sido examinado mais extensivamente do que qualquer outro teste de desempenho anaeróbio para diversas populações pediátricas sendo considerado válido e fiável (Van Praagh, 1990 citado por Almuzaini, 2000). Este teste foi desenvolvido, devido à falta de interesse relativamente à capacidade anaeróbia, como componente da aptidão física (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996). Assim, o teste Wingate, foi desenvolvido para avaliar ambas as capacidades anaeróbias de curta e média duração (Coast, Crouse & Jessup, 1995).

Contudo, escolher uma força pré-estabelecida, que descubra a maior potência anaeróbia máxima e capacidade anaeróbia no WAnT, tem sido uma preocupação nestes últimos anos e, por enquanto, é um desafio só parcialmente resolvido.

O teste consiste num esforço supramáximo de 30 segundos, realizado num cicloergómetro com carga proporcional à massa corporal do sujeito, que fornece importantes índices de desempenho motor tais como a potência anaeróbia máxima, capacidade anaeróbia, índice de fadiga, além de possibilitar a identificação do momento em que a potência anaeróbia máxima é atingida, durante o teste.

A força originalmente sugerida pelo grupo Wingate foi de $0.075 \text{ kg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ da massa corporal, usando um cicloergómetro Monark.

Antes de se iniciar, realiza-se um pequeno aquecimento de 3 minutos, seguido de 1 minuto de descanso (sentado na bicicleta ergométrica). O aquecimento deverá ser realizado a uma intensidade moderada, elevando os batimentos cardíacos de 150 a 160 batimentos por minuto. Este deverá exibir o aumento do desempenho das crianças na potência máxima e na capacidade anaeróbia (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996).

Este teste, está incluído na categoria dos testes de **curta duração**, sendo originalmente proposto por Cumming, em 1973 e permite a determinação da **potência anaeróbia máxima** (“*peak power*”), durante os primeiros 3-5 segundos, a **capacidade anaeróbia** (“*mean power*”) obtida durante a realização da tarefa, ou seja 30 segundos, o **trabalho total** (produto do número de rotações por minuto pela força de resistência – carga durante o teste) e o **índice de fadiga** (“*rate of fatigue*”) calculado 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.

Estudos em adultos, revelaram que a potência anaeróbia máxima é alcançada entre um e quatro segundos (Sargeant & Dolan, 1987) dentro de seis segundos (Mercier et al., 1992), três a sete segundos (Di Prampero & Mognomi, 1981), entre três a dez segundos (Kaczkowski et al., 1982) ou dentro de 10 segundos (Vandewalle et al., 1987) nos 30 segundos do Teste Wingate (citado por Chia, 2000).

Os 30 segundos do Teste Wingate (WAnT), supervisionado num cicloergómetro, foi muito utilizado para aceder ao desempenho anaeróbio quer de 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).

Uma crítica ao Wingate é que o teste de 30 segundos é demasiado curto para maximizar a produção do ATP anaeróbio. Contudo, protocolos mais longos resultam numa contribuição aeróbia mais elevada e requerem a aplicação de forças inferiores, que não podem otimizar potências máximas (Chia, 2000). Segundo Inbar & Bar-Or (1977), Vandewalle et al., (1987) citado por Chia (2000), mesmo durante exercícios de intensidade supra máxima, existe alguma energia suplementar de fontes aeróbias.

A escolha de um teste com a duração de 30 segundos baseou-se num outro teste de ciclo descrito por Cumming e também nas descobertas de Margaria que 30 segundos seriam o ideal para levar adolescentes e adultos à exaustão. A escolha dos 30 segundos baseou-se, em observações piloto de que alguns sujeitos não conseguiam concluir ciclos de testes mais longos e intensos.

Analisando vários estudos e utilizando testes de diferentes durações, Inbar et al. (1996) concluíram que os 30 segundos é a duração óptima para a realização de um teste anaeróbio num cicloergómetro, pois os dados da potência anaeróbia máxima, da capacidade anaeróbia, do trabalho total e do índice de fadiga deverão ser atingidos com o envolvimento mínimo da via.

Ainda 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 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 entre 0,60 e 0,84) entre a área ou percentagem de fibras musculares de contracção rápida e o desempenho do sujeito no teste (Bar-Or et al., 1980; Inbar et al., 1985; Kackowski et al., 1982, citados por Armstrong, 1997). Por exemplo, Bar-Or (1987) referiu que os coeficientes de correlação para o desempenho no WnAT repetidos, executados sob condições uniformizadas, se situavam entre 0,87 a 0,98, tendendo a ser mais elevados para a CA do que para a PAnM (Bar-Or, 1987 citado por Chia, 2000)

Já no que diz respeito à sensibilidade Inbar et al. (1996) consideram que o 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 a crianças, adolescentes e adultos tem sido testada por vários investigadores.

Em termos fisiológicos, este teste depende essencialmente da actividade simultânea dos sistemas do metabolismo anaeróbio, responsáveis por 85% do ATP produzido durante os 30s de duração do exercício (Adams, 1998). Apesar do menor contributo relativo do metabolismo aeróbio durante a realização do Wingate, este não deixa de ser significativo (nos adultos varia entre 13% e 28% (Inbar et al., 1986, Seefeldt et al., 1988, Smith & Hill, 1991 citado por Armstrong & Welsman, 1997).

Foi neste sentido que se desenvolveram algumas investigações, de modo que se pudesse estimar as contribuições dos sistemas energéticas aeróbios e anaeróbios (PC e glicolítico) durante o exercício de alta intensidade.

Durante os primeiros 10s num teste de 30s Wingate, as contribuições respectivas da PC, da glicólise, e do metabolismo aeróbio eram 53%, 44%, e 3%, (Serresse et al., 1988 citado por Spriet, 1995).

Estes valores sugeriram que durante os 10s de exercício de alta intensidade, o sistema glicolítico já contribuiu com mais energia anaeróbia do que o sistema de fosfagénios.

Durante a totalidade do teste Wingate (30s), as estimativas indirectas do fornecimento de energia eram 23-28% a partir da FC, 49-56% da glicólise (72-84% anaeróbio), e 16-28% a partir do metabolismo oxidativo (Serresse et al., 1988; Smith & Hill, 1991 citado por Spriet, 1995). Em outros estudos, a contribuição de energia anaeróbia é de 72-82% e a aeróbia de 18-28% (Kavanagh & Jacobs, 1988; Withers et al., 1991 citado por Spriet, 1995).

Bogdanis et al., (1996) citado por Gatin, (2001), usou medidas directas do músculo, reportando uma contribuição aeróbia de 29%.

Chia, (2000) salienta que a quantificação da contribuição aeróbia, em exercícios de alta intensidade depende de um número de suposições subjacentes. Hill & Smith (1992) citado por Chia, (2000) mostraram que os resultados de tais cálculos estão altamente dependentes das alterações de suposições feitas.

De salientar, no que diz respeito ao metabolismo anaeróbio, que o contributo do Sistema ATP/FC é decisivo para o valor da potência máxima, sendo o Sistema Glicolítico por sua vez, importante no desempenho ao longo do teste, acabando por se reflectir nos valores da capacidade anaeróbia e trabalho total.

Inbar & Bar-Or presumiam que a capacidade anaeróbia no WAnT, reflectia a taxa de glicólise anaeróbia e a conversão de energia de fosfagénios combinados (Inbar & Bar-Or, 1986 citado por Almuzaini, 2000).

Inicialmente, presumia-se que a potência máxima reflectia o processo anaeróbio aláctico (fosfagénios) enquanto a capacidade anaeróbia reflectia a taxa da glicólise anaeróbia no músculo. Todavia Jacobs et al. (1983), citado por Chia, (2000), mostraram que o lactato do músculo é elevado, passados 10 segundos no teste Wingate. Consequentemente, é pouco provável que a potência máxima reflecta exclusivamente processos alácticos de forma isolada. Como alternativa, a potência máxima é reconhecida como reflexo 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 das pernas e dos grupos musculares nadegueiros (Ericson et al., 1985, citado por Chia, 2000).

5.1.2.1 Optimização da carga no Teste Wingate

Já no que diz respeito à carga proposta originalmente para o teste Wingate, o grupo de Wingate sugere que a força de resistência a aplicar é de $0,075 \text{ Kg. kg}^{-1}$ da massa corporal, valor que, segundo Armstrong & Welsman (1997), se situa abaixo daquele que permite optimizar a performance em adultos nomeadamente na obtenção da PAnM.

A determinação desta carga teve origem num estudo com uma amostra reduzida de crianças e jovens não treinados (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996). Assim, vários autores têm indicado a necessidade da utilização de cargas superiores à de $7,5 \text{ g. kg}^{-1}$ da massa corporal, em adultos, para que se atinjam valores mais elevados de potência (Dotan & Bar-Or, 1983 citado por Bar-Or, 1996)

Segundo Bar-Or (1996), a combinação da resistência com diferentes rpm deve produzir uma potência diferente, dado que a potência não é mais que o produto da força com a velocidade. Por conseguinte, a escolha da resistência adequada deverá ser efectuada através do valor mais elevado da potência, alcançado no desempenho de cada sujeito.

A determinação do valor adequado da resistência externa a aplicar é um aspecto de extrema importância, dado que dele depende o desempenho do sujeito no teste. Zwiren (1989) citado por Carlson & Naughton (1994) refere a importância da aplicação da resistência apropriada de forma a assegurar o desempenho máximo no teste Wingate. É neste âmbito que surge a maior limitação do teste Wingate: uma vez que a potência resulta do produto da força pela velocidade, os valores máximos da potência máxima e da capacidade anaeróbia, só são realmente alcançados consoante a aplicação da “resistência óptima”, cujo valor é muitas vezes difícil de determinar. Todavia, dentro da literatura existente, só existem dados fragmentados sobre respostas para modificar as resistências no Wingate.

A resistência óptima deve indicar o valor mais elevado possível da potência anaeróbia. Assim, uma importante consideração metodológica é, portanto, escolher uma força de resistência que provoque a potência mais elevada, em cada indivíduo. Assume-se que um indivíduo atinge a carga óptima correspondente à potência máxima se um acréscimo de carga induzir a um decréscimo de potência.

Mercier et al. descobriram que a potência anaeróbia máxima, em 69 jovens do sexo masculino com idades compreendidas entre os 11 e 19 anos, se relaciona directamente com o volume da perna ($r=0,84$) e a massa magra corporal ($r= 0,94$) (Mercier, 1992).

Dotan e Bar-Or (1983) citado por Bar-Or (1996), registaram que para raparigas e rapazes de 13 e 14 anos, a resistência óptima para se obter a capacidade anaeróbia, quando utilizado o cicloergómetro Monark, é de 67 e 70g.Kg⁻¹ da massa corporal, respectivamente. Cargas óptimas para adultos são 20% a 25% mais elevadas. Os resultados encontrados na maioria dos estudos, que utilizaram, no teste Wingate, cargas de 16 a 33% superiores à estabelecida originalmente, apontaram maiores valores de potência.

Propostas para a aplicação de cargas óptimas, durante os 30 segundos do Wingate, conduzido no cicloergómetro *Monark*, incluem **0,095 Kg. Kg⁻¹ da MC** para homens adultos (Evans & Quinney, 1981; Patton et al., 1985 and Vandewalle et al., 1985) e 0,086-0,090 Kg. Kg⁻¹ da MC para mulheres (Dotan & Bar-Or, 1983, Vandewalle et al., 1985 citado por Chia, M., 2000). Todavia, Dotan & Bar-Or (1983) citado por Chia (2000) referiram que a escolha da carga aplicada não é muito crítica para a potência, variação equivalente a 0,075-0,095Kg. Kg⁻¹ da MC para homens e mulheres jovens.

São necessárias mais investigações para estabelecer as cargas ótimas específicas, para os vários grupos etários.

Portanto, pode-se concluir a importância e necessidade de se discutir a escolha da carga para uma avaliação mais adequada ao desempenho anaeróbio, por meio do teste Wingate.

Para a determinação de uma carga que consiga atingir valores de potência mais elevada (carga ótima), Evans & Quinney, desenvolveram uma equação para atletas e indivíduos activos que inclui a massa corporal e o volume da perna (Evans & Quinney, 1981 citado por Okano et al, 2001). Empregando a equação proposta, La Voie et al, encontraram uma carga que consideraram ótima para a avaliação da potência anaeróbia máxima e da capacidade anaeróbia ($99\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ da MC) (La Voie et al., 1984 citado por Okano et al., 2001).

O ideal seria que a força ótima fosse determinada de acordo com a massa muscular dos membros requisitados na realização do teste, porém, tal sugestão é impraticável, sendo por isso normalmente utilizada a massa corporal.

Na tentativa de ultrapassar esta limitação, vários autores optaram por utilizar no teste Wingate a carga ideal determinada anteriormente por meio do teste Força-Velocidade. Esta abordagem foi inicialmente proposta por Vandewalle et al., (1985) e por Van Praagh et al., (1990), que constataram uma elevada correlação ($r = 0,93$) entre a potência máxima atingida neste teste e o Wingate, contudo, o F-V terá que ser avaliado quanto à sua fiabilidade e validade (Van Praagh et al., 1990).

Outra questão que se coloca é se a mesma carga, será ótima tanto para se obter a potência máxima como a capacidade máxima.

Geralmente, a potência anaeróbia máxima e a capacidade anaeróbia são determinadas, mas a validade destas medidas é questionada (Sargeant et al., 1981 ; McArtney et al., 1983 citado por Winter et al, 1996) porque a carga do Wingate, não permite activar os músculos necessários, para dar origem à velocidade requerida para otimizar a potência (Hill, 1983 citado por Winter et al, 1996). A selecção de uma carga externa inapropriada invalida a avaliação da potência máxima, conduzindo assim, a uma interpretação errada dos mecanismos, que sustentam o exercício de máxima intensidade (Winter et al, 1996).

Segundo Dotan & Bar-Or, (1983); Vandewalle et al. (1987) citado por Bar-Or, (1996), as cargas ótimas para provocar a potência máxima são maiores do que as necessárias para atingir a maior capacidade anaeróbia.

Um estudo realizado com rapazes de 12 anos, sem treino e saudáveis, revelaram que, o WAnT é sensível a alterações incrementais na resistência estandardizada (0.065 - 0.080 kg.kg⁻¹ da massa corpora). Para ser mais específico, a PAnM no WAnT é sensível a pequenos incrementos na resistência enquanto a CA é somente sensível a incrementos maiores na resistência. Para além do mais, optimizando situações de resistência no WAnT, melhora a sua relação com tarefas de desempenho anaeróbio (Almuzaini, 2000).

Mais recentemente, Carlson & Naughton (1994) investigaram características do desempenho anaeróbio usando o WAnT numa Monark contra varias resistências. Eles concluíram que uma escolha de resistência entre 0.065 e 0.08 Kg.kg⁻¹ da massa corporal para rapazes e raparigas entre os 6-12 anos iria produzir valores máximos de potência e de capacidade anaeróbia semelhantes no WAnT. Eles sugeriram que o WAnT é insensível a pequenas alterações incrementais na resistência estandardizada.

O facto de não existir diferenças significativas nos desempenhos, nas resistências mais elevadas (0,065; 0,075 e 0,080 Kg.kg⁻¹ da massa corporal) no estudo anteriormente citado, suporta muitas das resistências que eram utilizadas, independentemente do trabalho, com várias populações pediátricas. Estes trabalhos confirmam bastante a sugestão de Vandewalle et al., que 0,075 Kg.kg⁻¹ da massa corporal seria a melhor resistência para o desempenho das crianças para a realização do teste Wingate (Vandewalle et al., 1987 citado por Carlson & Naughton, 1994).

Os resultados também compararam favoravelmente, com a descoberta de Van Praagh et al., que 0,064 Kg.kg⁻¹ da massa corporal podia ser usada para se alcançar melhores desempenhos com crianças de 7 anos de idade (Praagh et al., 1990 citado por Carlson & Naughton, 1994).

De salientar, que o apropriado para jovens crianças não tem necessariamente que ser aplicável a adolescentes e adultos.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. AMOSTRA

1.1. SELECÇÃO DA AMOSTRA

A amostra utilizada neste estudo foi constituída por 19 sujeitos voluntários, alunos do segundo ano do Curso de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

A escolha recaiu sobre estes sujeitos pela facilidade de acesso ao Laboratório de Centro de Estudos Biocinéticos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, local onde seriam realizados todos os testes, e na tentativa de homogeneizar a amostra.

Estes sujeitos, com idades compreendidas entre 19 e os 24 anos e com uma média de 21,3 anos, são praticantes regulares de actividade física.

A todos os sujeitos que se disponibilizaram a participar no estudo foi entregue um documento de informação, o qual contemplava os objectivos, o contexto do estudo e o tipo de testes que iriam realizar. De igual modo foi-lhes solicitado que assinassem uma declaração em como eram voluntários para fazerem parte integrante deste estudo.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A recolha de dados decorreu entre Fevereiro e Abril de 2004, no Laboratório do Centro de Estudos Biocinéticos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Na primeira visita ao Laboratório, foram registados os dados pessoais de cada sujeito, tais como a idade, a data de nascimento dos sujeitos e as medições antropométricas.

A todos os sujeitos foi atribuído um código composto por uma consoante e quatro números (ex. R0401), facilitando assim a sua identificação.

Todos os sujeitos efectuaram dois testes anaeróbios supra máximos. Primeiramente realizaram o teste F-V com o intuito de se determinar a carga óptima correspondente à potência máxima de cada sujeito.

Posteriormente, foram realizados cinco testes Wingate com cinco cargas diferentes, com um intervalo de aproximadamente 48h entre eles. A escolha das cargas recaiu no valor proposto como sendo a carga óptima para a realização do teste Wingate, ou seja $0,075 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da massa corporal, a carga óptima para a potência máxima (OL) obtida através do teste F-V e mais quatro cargas. Assim, as cargas utilizadas foram de 0,075; 0,090; 0,105 e 0,120 Kg.kg^{-1} da MC, mais a carga óptima de cada sujeito. Deste modo, esteve presente o incremento de $0,015 \text{ Kg.kg}^{-1}$ da MC em cada teste de Wingate.

De notar que as cargas foram escolhidas arbitrariamente e aplicadas aleatoriamente, não havendo por isso, um critério sequencial de cargas.

Todos os instrumentos utilizados na realização dos testes foram inspeccionados nos diferentes momentos.

Por meio destes procedimentos pretendemos aceder de uma forma mais precisa aos valores da potência anaeróbia máxima (PAnM), capacidade anaeróbia (CA), índice de fadiga (IF) e trabalho total (TT).

2.1. MEDIDAS SIMPLES

As medições antropométricas dos sujeitos foram realizadas no mínimo por duas pessoas, encontrando-se o sujeito na posição anatómica.

Para este estudo foram determinadas as seguintes variáveis: massa corporal, estatura, altura sentada e pregas de adiposidade cutânea (“skinfolds”).

Em relação às medições do membro inferior, estas foram realizadas com o sujeito sentado na extremidade da cadeira e com o joelho flectido a noventa graus.

Os dados recolhidos foram registados nas fichas individuais de cada sujeito.

2.1.1 MASSA CORPORAL

Na medição desta variável foi utilizada uma balança portátil SECA, modelo 770, previamente calibrada. O sujeito foi pesado sobre a balança, descalço, com o mínimo de roupa possível na posição anatómica de referência (corpo vertical, totalmente estendido, com os MS estendidos ao lado do tronco e olhar dirigido para a frente).

Os valores desta medida foram registados em quilogramas (Kg), com aproximação às décimas.



Fig. 7 – *Balança portátil SECA, modelo 770*

2.1.2 ESTATURA

Na medição desta variável foi utilizado um estadiómetro SECA (modelo 208).

A estatura, ou altura total do corpo, corresponde à distância máxima entre ponto de referência do solo e o *vertex* da cabeça, devendo esta estar posicionada segundo o plano de Frankfort.

Esta variável foi medida com os sujeitos colocados em cima da balança, descalços e virados de costas para o estadiómetro, de acordo com a técnica descrita por Ross & Marfell-Jones (1991 citado por Sobral et al., 1996). Mantendo uma posição erecta e estática, os sujeitos devem olhar em frente, sendo a posição da cabeça corrigida para que a ponteira superior do instrumento possa assentar sobre o vertex do crânio.

O valor foi registado em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

2.1.3 ALTURA SENTADO

A altura sentada é medida entre o vertex e o plano de referência do solo, com o sujeito sentado com as costas totalmente paralelas à régua de medição

O valor foi registado em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

2.1.4 PREGAS DE GORDURA CUTÂNEA (“SKINFOLDS”)

Com o intuito de se obter o cálculo da massa gorda (MG) realizou-se a medição de quatro pregas de gordura cutânea: tricipital, subescapular, crural e geminal.

Estas medidas são efectuadas em locais de depósitos de gordura subcutânea, sendo geralmente utilizadas em formas de estimação antropométrica da composição corporal, nomeadamente da percentagem de massa gorda (Sobral & Silva, 1996)

As pregas cutâneas foram medidas do lado direito do sujeito. Utilizando o polegar e o indicador como pinça, destaca-se com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos tecidos subjacentes; as pontas do adipómetro foram colocadas a 2 cm dos dedos e a uma profundidade de 1 cm.

Este procedimento foi realizado três vezes sucessivas, de modo a realizar-se posteriormente a média aritmética dos três valores.

2.1.4.1 Prega Cutânea Tricipital

É uma prega vertical, medida na face posterior do braço direito, sobre a linha média, a meia distância entre os pontos *acromiale* e *radiale*.

2.1.4.2 Prega Cutânea Subescapular

É uma prega oblíqua dirigida para baixo e para o exterior, medida imediatamente abaixo do vértice inferior da omoplata direita.

2.1.4.3 Prega Cutânea Crural

É uma prega vertical, medida sobre a linha média da coxa direita, a meia distância entre os pontos *tibial* e *ilioespinhal*.

2.1.4.4 Prega Cutânea Geminal

É uma prega vertical, medida na face interna ao nível da maior circunferência da perna

2.1.4.5 Circunferências

As circunferências dão informações sobre a totalidade das estruturas morfológicas na secção transversal do segmento (Sobral et al., 1997). A

Com o sujeito em posição anatómica com os pés ligeiramente afastados mediram-se as seguintes circunferências: *subglútea*, *crural* (a maior circunferência da coxa), *mínima superior do joelho*, *máxima do joelho*, *mínima inferior do joelho*, *geminal* e do *tornozelo*.

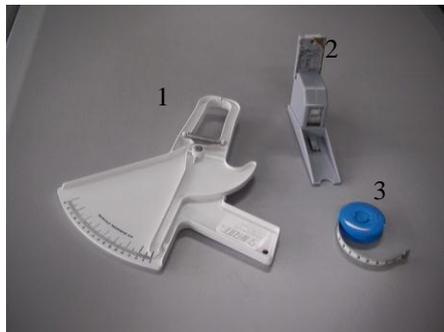


Fig. 8 – 1- Adipômetro SlimGuide; 2- Estadiômetro SECA, modelo 208; 3- Fita Métrica

2.2. MEDIÇÕES SOMÁTICAS COMPOSTAS

2.2.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Foi utilizado o somatório das pregas subcutâneas tricipital, subescapular, crural e geminal (em mm).

2.2.2 VOLUME DO MEMBRO INFERIOR

O volume do membro inferior (Vol MI) foi estimado usando uma versão modificada do método antropométrico descrito por Jones e Pearson (1969), em que o membro inferior (MI) é comparado a um cone truncado. A fórmula para calcular

o volume do membro inferior é a seguinte: $\text{Vol MI} = 1/3 \pi h(a + \sqrt{(ab)+b})$, onde h é o comprimento do MI (altura total-altura sentado) e a (circunferência subglútea) e b (circunferência geminal) são as áreas de duas superfícies paralelas derivadas das circunferências referidas.

2.2.3 ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

Dado que se procedeu à medição das variáveis antropométricas massa corporal (peso) e estatura, torna-se pertinente calcular o índice de massa corporal (IMC), para uma caracterização da amostra mais enriquecedora. O cálculo do IMC é igual à massa corporal (Kg) a dividir pela estatura (m) ao quadrado ($\text{IMC} = \text{P}/\text{h}^2$ (Kg/m^2)).

Índice de Massa Corporal (Kg/m^2)	
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 (IMC)

3. TESTES: PROTOCOLOS E SUA CONDUÇÃO

3.1. TESTE FORÇA-VELOCIDADE

PROTOCOLO

3.1.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O teste Força-Velocidade foi realizado num cicloergómetro Monark 824E ao qual se encontrava ligado um sensor fotoelétrico com ligação a um computador.

Antes de se realizar qualquer teste, o cicloergómetro foi verificado de modo a certificarmo-nos que tudo estava dentro dos parâmetros necessários.

Os procedimentos para a realização do teste foram os seguintes:



Fig. 9 – *Cicloergómetro Monark 824E*

3.1.1.1 Calibração do aparelho

Antes da realização de cada teste, procedemos à verificação da posição da fita de tensão de resistência: deve estar colocada na superfície de contacto da roda. De seguida, procedeu-se à calibração do cesto, em que se colocava 4 Kg no cesto, girando de seguida a roda com a mão. Com este movimento, o cesto deveria elevar-se a partir da posição estática entre 3 a 8 cm (valores recomendados nas instruções do fabricante). Caso contrário, o comprimento da corda deveria ser ajustado aumentando ou diminuindo, consoante o caso.

3.1.2 ALTURA DO SELIM

A altura do selim foi ajustada para cada sujeito, de modo a que o joelho ficasse ligeiramente flectido, quando o pedal se encontrasse na parte mais baixa da sua trajectória. Esta altura foi igual em todos os testes, de modo a não interferir nos resultados obtidos. A altura adequada para cada sujeito foi registada na primeira sessão, numa ficha individual correspondente a cada sujeito.

3.1.3 CORREIAS DE FIXAÇÃO

Foram utilizados correias para fixar os pés do sujeito ao pedal.

3.1.4 AQUECIMENTO

A duração total do aquecimento foi de 6 minutos. Durante os primeiros 4 minutos o sujeito pedalou a uma velocidade de 60 rpm, contra uma resistência mínima. Neste período foi solicitado que o sujeito realizasse 3 sprints máximos com uma duração de 2 a 3", contra uma resistência de 75g. Kg⁻¹ de massa corporal, dado que esta foi a carga utilizada na realização do primeiro sprint. O primeiro sprint foi realizado no fim do primeiro minuto do aquecimento, sendo os restantes realizados no fim de cada minuto seguinte.

No final destes sprints, foi solicitado ao sujeito que realizasse alguns exercícios específicos (que serão iguais para todos os sujeitos), nomeadamente alongamento dos músculos isquiotibiais, quadricípede e adutores, durante dois minutos.



Fig. 10 – Alongamentos do músculo quadricípede



Fig. 11 – Alongamentos dos músculos isquiotibiais



Fig. 12 – Alongamentos dos músculos adutores

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

3.1.5 REALIZAÇÃO DO TESTE PROPRIAMENTE DITO

O teste consiste na realização de um conjunto de sprints máximos, que normalmente varia entre 3 a 6. Quanto à resistência esta difere em cada repetição: o primeiro sprint é realizado contra uma resistência de $0,075 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da massa corporal do sujeito, sendo os restantes sprints realizados com uma resistência que é determinada em função do desempenho do sujeito. Ou seja, de acordo com a velocidade e potência máxima atingidas no sprint.

No que concerne ao tempo de recuperação entre cada repetição este é de 5 minutos. O intervalo de recuperação consiste num minuto de recuperação activa, pedalando a uma velocidade constante de 60 rpm, sem resistência, e em quatro minutos de recuperação passiva.

No final do teste, o sujeito pedala sem qualquer resistência, durante cerca de 3 minutos.

3.1.6 CONDUÇÃO DO TESTE

Com o cesto levantado, com a carga a aplicar no primeiro sprint, foi pedido ao sujeito que começasse a pedalar a uma velocidade constante de 60 rpm. Atingido este ritmo de velocidade constante, iniciou-se a contagem decrescente que contemplava as expressões: “Preparado.... Vai!”. No momento que foi proferida a

palavra “Vai”, aplicou-se a resistência (libertação do cesto) e pressionou-se a respectiva tecla do computador de modo a iniciar-se o teste. O sujeito inicia o exercício afim de alcançar o pico de velocidade o mais rápido possível. Durante o sprint o sujeito foi incentivado veementemente a pedalar o mais rápido possível, com o intuito de atingir o pico de velocidade, não devendo levantar-se do selim, pois tal comportamento poderia influenciar os resultados finais.

O sprint termina quando o computador detecta um decréscimo do valor máximo da velocidade atingida em três revoluções consecutivas.

3.1.7 VARIÁVEIS OBTIDAS

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

3.2. TESTE WINGATE

PROTOCOLO

3.2.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O teste Wingate foi realizado num cicloergómetro Monark 824E ao qual se encontrava ligado um sensor fotoeléctrico com ligação a um computador. O programa utilizado foi *SMI Power for IBM and Compatibles (DOS), version 3.02*.

Antes de se realizar qualquer teste, o cicloergómetro foi verificado de modo a nos certificarmos que tudo estava dentro dos parâmetros necessários.

Os procedimentos para a realização do teste foram os seguintes:

3.2.1.1 Calibração do aparelho

Antes da realização de cada teste, procedemos à verificação da posição da fita de tensão de resistência: deve estar colocada na superfície de contacto da roda. De seguida, procedeu-se à calibração do cesto, em que se colocava 4 Kg no cesto, girando de seguida a roda com a mão. Com este movimento, o cesto deveria elevar-

se a partir da posição estática entre 3 a 8 cm (valores recomendados nas instruções do fabricante). Caso contrário, o comprimento da corda deveria ser ajustado aumentando ou diminuindo, consoante o caso.

3.2.2 ALTURA DO SELIM

A altura do selim foi ajustada para cada sujeito, de modo a que o joelho ficasse ligeiramente flectido, quando o pedal se encontrasse na parte mais baixa da sua trajectória. Esta altura foi igual em todos os testes, de modo a não interferir nos resultados obtidos. A altura adequada para cada sujeito foi registada na primeira sessão, numa ficha individual correspondente a cada sujeito.

3.2.3 CORREIAS DE FIXAÇÃO

Foram utilizados correias para fixar os pés do sujeito ao pedal.

3.2.4 AQUECIMENTO

Em preparação para o teste, a cada sujeito era dado um aquecimento que consistia em 4 minutos a pedalar a 60 rpm num cicloergómetro (Monark) intercalado com três sprints máximos, com uma duração de dois a três segundos cada, contra uma resistência de $0,075 \text{Kg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ da massa corporal, para que os sujeitos tivessem uma noção do próprio teste. O primeiro sprint foi realizado no final do primeiro minuto de aquecimento e os restantes realizados no final de cada minuto seguinte. No final destes sprints, foi solicitado ao sujeito que realizasse alguns exercícios específicos (que serão iguais para todos os sujeitos), nomeadamente alongamento dos músculos isquiotibiais, quadricípede e adutores, durante dois minutos.

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

3.2.5 REALIZAÇÃO DO TESTE PROPRIAMENTE DITO

A todos os sujeitos foram dadas instruções estandardizadas para pedalarm o mais rápido possível desde o início de teste e para manter a velocidade máxima ao

longo do período de 30-s. Com o comando “partida”, os sujeitos pedalavam o mais rápido possível com uma aplicação de força constante que foi equivalente a 0,075 Kg.kg⁻¹ da MC; 0,090 Kg.kg⁻¹ da MC; 0,105 Kg.kg⁻¹ da MC; 0,120 Kg.kg⁻¹ da MC e a carga óptima do teste F-V, num cicloergómetro (Monark, modelo 824 E), em momentos distintos.

Quinze segundos antes do início do teste, o cesto foi levantado para reduzir a tensão da corda na roda da bicicleta sendo o sujeito solicitado a pedalar a um ritmo constante (60 rpm) contra uma resistência mínima. Alcançado este objectivo (normalmente ao fim de 5”) foi dado o sinal ao sujeito para se preparar. No momento em que se proferiu “já”, o sujeito iniciou o exercício e foi nesse momento que se libertou o cesto da roda da bicicleta e se pressionou a tecla do computador afim de se iniciar a recolha de dados.

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

3.2.6 CONDUÇÃO DO TESTE

Com o cesto levantado, com a carga a aplicar no primeiro sprint, foi pedido ao sujeito que começasse a pedalar a uma velocidade constante de 60 rpm. Atingido este ritmo de velocidade constante, iniciou-se a contagem decrescente que contemplava as expressões: “Preparado.... Vai!”. No momento que foi proferida a palavra “Vai”, aplicou-se a resistência (libertação do cesto) e pressionou-se a respectiva tecla do computador de modo a iniciar-se o teste. O sujeito inicia o exercício afim de alcançar o pico de velocidade o mais rápido possível. Durante o sprint o sujeito foi incentivado veementemente a pedalar o mais rápido possível, com o intuito de atingir o pico de velocidade, durante todo o teste (30s), não devendo levantar-se do selim, pois tal comportamento poderia influenciar os resultados finais.

3.2.7 VARIÁVEIS OBTIDAS

A realização deste teste permite determinar o valor máximo de potência alcançado pelo sujeito (PAnM), a capacidade anaeróbia (CA), o tempo em que a PAnM é atingida, o índice de fadiga e o trabalho mecânico total realizado no teste.

- Potência anaeróbia máxima (PAnM) é considerada como a potência mecânica mais elevada conseguida aproximadamente nos primeiros 5-8s do teste, e que traduz a capacidade que o sujeito tem em produzir a maior quantidade de trabalho possível no menor tempo.

- Capacidade anaeróbia (CA) é a potência média calculada durante o período de 30-s.

- O índice de fadiga (IF) reflecte o decréscimo do valor da potência ao longo do teste, sendo expresso em valor percentual.

- Trabalho Total é o trabalho total desenvolvido pelo sujeito na realização do teste.

4. RECOLHA DA AMOSTRA DE SANGUE APÓS A REALIZAÇÃO DO TESTE

Após a realização do teste o sujeito manteve-se no cicloergómetro de modo a realizar a recuperação activa. Ao fim de cinco minutos, procedeu-se à recolha de sangue com o intuito de se obter valores do lactato após uma prova de esforço. Este procedimento iniciou com uma breve desinfecção (algodão embebido em álcool) do dedo polegar direito, de modo a efectuar-se uma ligeira picadela com o *softclix*. O dedo do sujeito será pressionado de forma a se retirar uma gota de sangue para um tubo capilar afim de se recolher 10 µl de sangue. Posteriormente com o auxílio de uma micro-pipeta, pipetou-se a recolha de sangue para o interior de uma covete (contém reagente) e agitou-se de forma a promover a diluição do sangue. A covete era por sua vez identificada afim de se saber a que recolha correspondia.



Fig. 13 –1- Micro-Pipeta marca Dr. Lange;

2- Softclix

3- Tubos capilares marca Dr. Lange;

4- Kit, modelo LKM 140, marca Dr. Lange



Fig. 14 – Picadela do dedo com o Softclix



Fig. 15– *Recolha do sangue para o tubo capilar*



Fig. 16– *Recolha do sangue para a cuvete*

Medição do Lactato

Após a recolha do sangue para o tubo capilar e deste para a cuvete, deverá proceder-se à limpeza da mesma. O Mini-Espectrofotómetro deverá ser ligado na tecla *mode* de modo a colocar a cuvete no local destinado. Após a leitura da cuvete, deverá tirar-se a tampa da mesma e colocá-la ao contrário afim do reagente misturar-se. Para tal, torna-se necessário inverter a cuvete duas ou três vezes seguidas, ao mesmo tempo que se pressiona a tecla “*asterisco*” e coloca-se novamente a cuvete no aparelho para uma nova leitura. A leitura da primeira cuvete é a que demora mais tempo, sendo as seguintes mais rápidas (questão de segundos).



Fig. 17 – *Medição do lactato no Mini-Espectrofotómetro, modelo Lp20, marca Dr. Lange*

De salientar que é de extrema importância não se confundir na identificação das diferentes cuvetes que correspondem à recolha de sangue de diferentes sujeitos.

Os valores de concentração de lactato, eram expressos em mmol/L.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Na análise estatística dos dados foi utilizado o programa “*Statistical Program for Social Sciences – SPSS version 11.0 for Windows*”.

5.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística descritiva foi utilizada para caracterizar a amostra relativamente às diferentes variáveis quantitativas obtidas a partir da realização dos testes Força-Velocidade (F-V) e Wingate (WAnT), tendo sido calculado para cada uma das variáveis o valor da média e do desvio padrão.

5.2. ESTATÍSTICA INFERENCIAL

Na estatística inferencial utilizou-se o teste t de Student, de forma a se poder verificar as diferenças estatisticamente significativas nas variáveis em estudo, registadas nos desempenhos dos sujeitos no teste F-V e nos vários testes WAnT, com diferentes cargas. Assim, as variáveis obtidas foram: Potência Anaeróbia Máxima Absoluta e Relativa (OPP no teste F-V e PAnM no WAnT) e respectivo intervalo de tempo necessário para a sua obtenção, Rotações por Minuto correspondentes à PAnM nos dois testes, Capacidade Anaeróbia (CA), Índice de Fadiga (IF(%)) e Trabalho Total (J) no teste de WAnT, bem como a concentração de lactato verificada após cinco minutos do termino dos testes WAnT.

Um valor de $p < 0,01$ indica diferenças altamente significativas e um valor de $p < 0,05$ diferenças significativas.

5.3. 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, Assim, foi utilizada a correlação de Pearson. Foi considerado o nível de significância de 0,05 ($p < 0,05$). Considera-se que a correlação é altamente significativa a 0,01 e significativa a 0,05.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O presente estudo foi realizado com 19 sujeitos, todos do sexo masculino e alunos do segundo ano do Curso de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Deste modo, estamos perante sujeitos praticantes de actividade física regular. Conforme podemos verificar no quadro I, os sujeitos apresentam as seguintes características antropométricas:

Quadro 3: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) para a Idade Cronológica (anos), Altura (cm) e Comprimento do Membro Inferior dos sujeitos que constituem a amostra, bem como o número de sujeitos que compõe a amostra (n).

n	Idade (anos)	Estatura (cm)	Altura Sentado (cm)	Compr.MI (cm)
19	21,33 \pm 1,60	174,4 \pm 6,4	90,5 \pm 3,7	84,0 \pm 4,0

Quadro 4: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) da massa corporal (Kg), somatório das pregas subcutâneas (tricipital, subescapular, crural e geminal), Índice de massa corporal (IMC) e volume magro do membro inferior (M.I.), dos sujeitos que constituem a amostra, bem como o número de sujeitos que compõe a amostra (n).

n	Massa (kg)	Σ Pregas (mm)	IMC	Volume mago do M.I. (L)
19	76,8 \pm 10,3	48,5 \pm 17,5	25,3 \pm 3,5	12,75 \pm 1,03

2. CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TESTE F-V E DO WINGATE

Aquando a realização do teste Força-Velocidade, foram retirados dados relativamente às variáveis potência anaeróbia máxima óptima (OPP) em termos absolutos e relativos, bem como a carga óptima obtida (OL).

Quadro 5: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) para a potência anaeróbia máxima óptima (OPP) em termos absolutos e relativos, para a carga óptima (OL), para a carga óptima por percentagem da massa corporal e ainda o valor óptimo de velocidade em rotações por minuto (ORPM), obtidos por meio do teste F-V; n representa o número de sujeitos que compõe a amostra.

n	OPP-abs (W)	OPP-rel (W/kg)	OL (kg)	OL (%MC)	ORPM
19	957,02 \pm 172,39	12,44 \pm 1,35	8,39 \pm 1,77	0,109 \pm 0,01	117,59 \pm 11,87

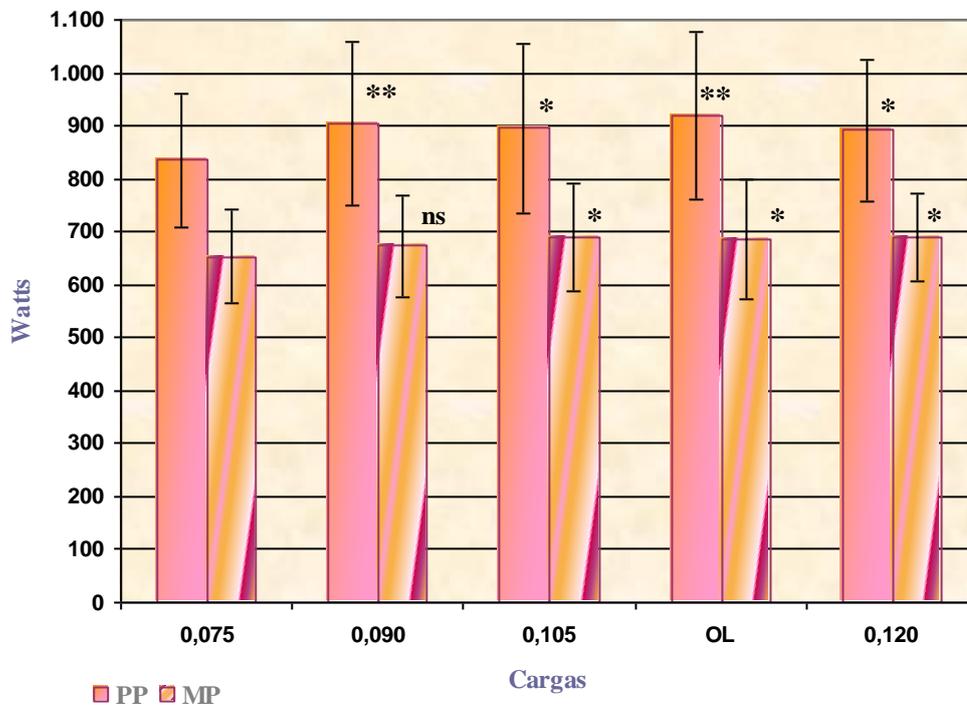
Quadro 6: Apresenta os valores médios e respectivos desvios-padrão (média \pm desvio padrão) para a Potência Anaeróbia máxima (PAnM), Capacidade Anaeróbia (CA), em termos absolutos e relativos, valor do Índice de Fadiga (IF) e a carga utilizada (Kg), obtidos por meio do teste Wingate (carga = 0,075 Kg.Kg⁻¹ MC; carga = 0,090 Kg.Kg⁻¹ MC; carga = 0,105 Kg.Kg⁻¹ MC; carga = 0,120 Kg.Kg⁻¹ MC e carga óptima para o OPP obtida por meio do teste F-V).

Carga	PAnM-abs. (W)	CA-abs (W)	PAnM-rel. (W/Kg)	CA-rel. (W/Kg)	IF (%)	Carga (Kg)
0,075	835,16 \pm 125,85	653,48 \pm 89,06	10,88 \pm 0,87	8,53 \pm 0,64	45,87 \pm 8,50	5,75 \pm 0,78
0,090	903,95 \pm 153,16	672,93 \pm 95,25	11,77 \pm 1,15	8,79 \pm 0,82	50,93 \pm 8,09	6,91 \pm 0,94
0,105	894,79 \pm 159,87	688,25 \pm 102,04	11,67 \pm 1,55	8,99 \pm 0,97	48,78 \pm 6,01	8,04 \pm 1,06
0,120	891,58 \pm 157,76	689,49 \pm 112,23	11,65 \pm 1,69	9,01 \pm 1,19	49,15 \pm 7,18	9,21 \pm 1,24
OL	919,42 \pm 132,90	685,25 \pm 82,17	12,02 \pm 1,22	8,97 \pm 0,76	51,79 \pm 7,23	8,39 \pm 1,77

Como podemos verificar através da análise dos quadros 3 e 4, os valores médios obtidos para a potência anaeróbia máxima ótima (OPP), em valores absolutos, calculados através do F-V, são superiores aos valores médios obtidos para a mesma grandeza através do teste WAnT, com diferentes cargas, aproximando-se no entanto aos valores médios obtidos com a carga ótima.

Quanto à carga ótima determinada através do F-V (OL), constatamos que em termos percentuais de massa corporal, os valores médios são superiores (0,109 Kg. Kg⁻¹ da MC) aos valores estandardizados utilizados no WAnT (0,075 Kg. Kg⁻¹ da MC).

PAnM e capacidade anaeróbia alcançada nas diferentes cargas



Teste T de Student: comparação com a carga estandardizada

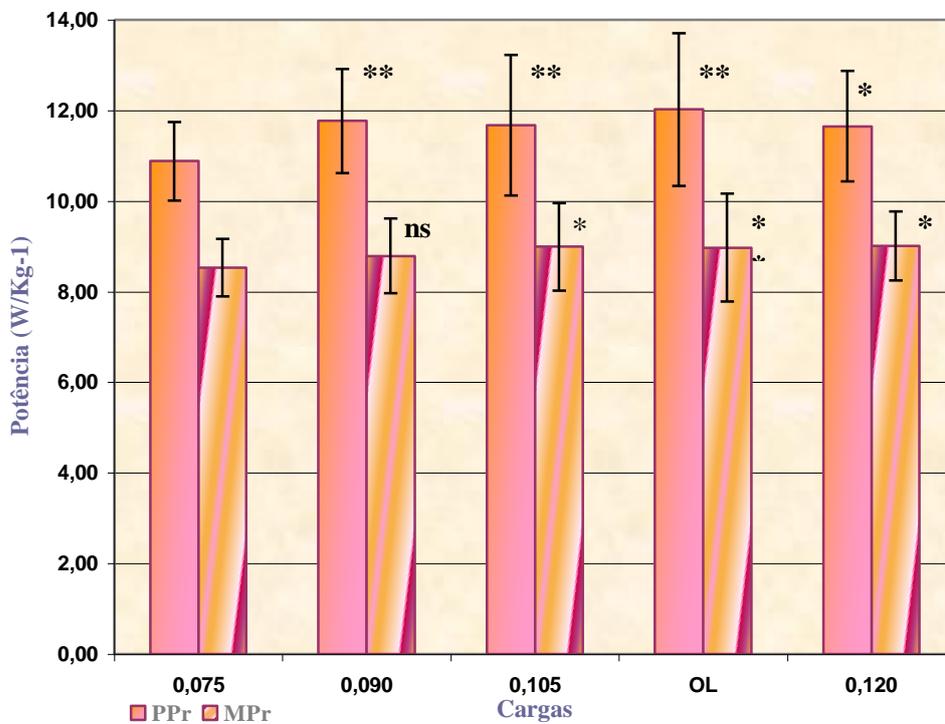
**p < 0,01

*p < 0,05

Gráfico 1: Representação das variáveis potência anaeróbia máxima (PAnM) e da Capacidade Anaeróbia, em termos absolutos, obtidas no Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga ótima (0,109); 0,120 Kg.Kg⁻¹ da MC).

Os resultados do teste t Student indicaram diferenças significativas ou até mesmo altamente significativas relativamente à PAnM entre a carga estandardizada e as restantes cargas. O gráfico apresenta esta comparação e claramente indica o aumento da PAnM à medida que a carga aumenta, havendo um decréscimo na última carga. Relativamente à capacidade anaeróbia existem diferenças significativas entre a carga estandardizada e as restantes cargas, com excepção da carga estandardizada e a de 0,090 Kg.Kg⁻¹ da MC. O gráfico apresenta essa comparação e mostra um ligeiro aumento da capacidade anaeróbia, à medida que a resistência aumenta. Entre as outras cargas não se verificam diferenças significativas.

PAnM e capacidade anaeróbia alcançada nas diferentes cargas



Teste T de Student: comparação com a carga estandardizada

**p < 0,01

*p < 0,05

Gráfico 2: Representação das variáveis potência anaeróbia máxima (PAnM) e da Capacidade Anaeróbia, em termos relativos, obtidas no Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga óptima (0,109); 0,120 Kg.Kg⁻¹ MC).

Os mesmos resultados foram obtidos quando os valores da PAnM e da capacidade anaeróbia eram expressos em relação à massa corporal, com exceção da PAnM entre 0,075 Kg.Kg⁻¹ da MC e 0,105 Kg.Kg⁻¹ da MC, e da CA entre 0,075 Kg.Kg⁻¹ da MC e 0,109 Kg.Kg⁻¹ da MC (OL), onde existem diferenças altamente significativas. Entre as restantes cargas também não se verificam diferenças significativas

Quadro 7: Apresenta as variáveis SEGPAAnM0,075; SEGPAAnM0,090; SEGPAAnM0,105; SEGPAAnM0,120 e SEGPAAnM-OL que significam o segundo a que foi atingida a potência anaeróbia máxima (PAnM) em cada carga (0,075 Kg.Kg⁻¹ da massa corporal (MC); 0,090 Kg.Kg⁻¹ da MC; 0,105 Kg.Kg⁻¹ da MC; 0,120 Kg.Kg⁻¹ da MC e a carga óptima obtida no F-V). As variáveis PAnM0,075; PAnM0,090; PAnM0,105; PAnM0,120 e PAnM-OL significam a potência anaeróbia máxima para as várias cargas; as variáveis CA0,075; CA0,090; CA0,105; CA0,120 e MPOL significam capacidade anaeróbia para as várias cargas; as variáveis TT0,075; TT0,090; TT0,105; TT0,120 e TTOL significam o trabalho total em termos absolutos (J) realizado durante o teste de WAnT para as várias cargas; n representa o número de sujeitos que compõe a amostra. Para cada variável serão identificados os valores médios e respectivos desvios-padrão (média ± desvio padrão).

Variáveis Dependentes	n	Média ± SD	Valor Máximo	Valor Mínimo
SEGPAAnM0,075 (s)	19	7,16 ± 0,77	8	6
SEGPAAnM0,090 (s)	19	7,11 ± 1,45	12	6
SEGPAAnM0,105 (s)	19	7,21 ± 1,32	9	5
SEGPAAnM0,120 (s)	19	6,68 ± 1,29	9	4
SEGPAAnM-OL (s)	19	6,74 ± 1,05	9	5
PAnM0,075 (w)	19	835,16 ± 125,85	1084	628
PAnM0,090 (w)	19	903,95 ± 153,16	1167	674
PAnM0,105 (w)	19	894,79 ± 159,87	1238	675
PAnM0,120 (w)	19	891,58 ± 157,76	1140	623
PAnM-OL (w)	19	919,42 ± 132,90	1168	758
CA0,075 (w)	19	653,48 ± 89,06	804,70	498,87
CA0,090 (w)	19	672,93 ± 95,25	876,24	538,23
CA0,105 (w)	19	688,25 ± 102,04	900,04	532,40
CA0,120 (w)	19	689,49 ± 112,23	845,13	483,33
CAOL (w)	19	685,25 ± 82,17	843,20	574,80
TT0,075 (J)	19	3996,92 ± 545,15	4921,16	3045,60
TT0,090 (J)	19	4120,51 ± 581,47	5358,20	3295,71
TT0,105 (J)	19	4219,57 ± 622,91	5509,62	3264,30
TT0,120 (J)	19	4229,50 ± 687,28	5183,87	2968,20
TTOL (J)	19	4200,61 ± 503,67	5161,52	3519,89

Os resultados apresentados demonstram que, os valores médios mais elevados da PAnM ($919,42 \pm 132,90$) foram alcançados aquando a realização do teste WAnT com a carga óptima, sendo também atingidos em menor tempo ($6,74 \pm 1,05$) comparativamente com a estandardizada.

Quanto aos valores da capacidade anaeróbia, também se verificou valores médios mais elevados ($685,25 \pm 82,17$) aquando a realização do WAnT com a carga óptima em comparação com a carga estandardizada.

Quadro 8: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima óptima (OPP) encontrada por meio do teste F-V e a PAnM obtida no WAnT com a carga estandardizada; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		OPP-abs. (W) (F-V)
Correlação de Pearson		0.884**
PAnM-abs. (W) (WanT)	p	,000
	n	19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Quadro 9: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima óptima (OPP) encontrada por meio do teste F-V e a PAnM obtida no WAnT com a carga óptima. n- número de sujeitos que compõe a amostra;

		OPP-abs. (W) (F-V)
Correlação de Pearson		0.778**
PAnM-abs. (W) (WanT-OL)	p	,000
	n	19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Deste modo, ambos os testes ao avaliarem a potência máxima, apresentam uma relação estatística positiva entre as variáveis que permitem a determinação da

PAnM. Assim, quanto maior for a PAnM absoluta num dos testes, maior será no outro.

Quadro 10: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a massa corporal e a potência anaeróbia máxima ótima (OPP), obtida por meio do F-V e a PAnM através do WAnT com a carga standardizada e ótima. De igual modo, também apresenta uma correlação altamente significativa entre a massa corporal e a capacidade anaeróbia (CA); número de sujeitos que compõe a amostra.

		OPP-abs. (W) (F-V)	PAnM-abs. (W) (WAnT-0,075)	CA-abs. (W) (WAnT-0,075)
Massa Corporal (Kg)	Correlação de Pearson	0,813**	0,858**	0,851**
	p	0,000	0,000	0,000
	n	19	19	19
			PAnM-abs. (W) (WAnT-OL)	CA-abs. (W) (WAnT-OL)
	Correlação de Pearson		0,735**	0,785**
	p		0,000	0,000
	n		19	19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Da análise do quadro, constatamos que quanto maior for o valor da massa corporal, maior quantidade de massa muscular e maior será a potência máxima do sujeito, durante a realização do F-V e do WAnT em ambas as cargas. A capacidade anaeróbia também é superior se a massa corporal for maior.

Quando os valores da potência e da capacidade anaeróbia, são traduzidos em função da massa corporal, ou seja expressos em termos relativos deixa de existir qualquer relação entre a massa corporal e os valores das duas variáveis.

Quadro 11: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima (PAnM) e o volume magro do membro inferior (M.I.), no teste WAnT com a carga estandardizada e óptima; De igual modo, também apresenta uma correlação altamente significativa entre a capacidade anaeróbia (CA) e o Volume magro do M.I.; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		PAnM-abs. (W) (WAnT-0,075)	PAnM-abs. (W) (WAnT-OL)	
Volume magro do M.I. (L)	Correlação de Pearson	0,723**	0,764**	
	p	0,000	0,000	
	n	19	19	
			CA-abs. (W) (WAnT-0,075)	CA-abs. (W) (WAnT-OL)
	Correlação de Pearson	0,736**	0,752**	
	p	0,000	0,000	
	n	19	19	

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Da análise do quadro, constatamos que o sujeito com maiores valores de volume magro do M.I. apresenta maiores valores de potência anaeróbia máxima e de capacidade anaeróbia. Esta correlação também se verificou para as restantes cargas.

Quadro 12: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a carga óptima calculada através do F-V e a potência anaeróbia máxima óptima (OPP), e entre a carga estandardizada e a potência anaeróbia máxima (PAnM), encontrada no WAnT. Já na carga óptima utilizada no WAnT e a PAnM verifica-se uma correlação significativa; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		OPP-abs. (W) (F-V)	PAnM-abs. (W) (WAnT-OL)	PAnM-abs. (W) (WAnT-0,075)
Carga óptima (Kg)	Correlação de Pearson	0,853**	0,499*	
	p	0,000	0,030	
	n	19	19	
Carga (0,075 kg.Kg ⁻¹ MC)	Correlação de Pearson			0,862**
	p			0,000
	n			19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

* A correlação é significativa a 0,05;

Quadro 13: Apresenta uma correlação altamente significativa entre as cargas no WAnT (estandardizada e óptima) e a capacidade anaeróbia em termos absolutos; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		CA-abs. (WAnT-0,075)	CA-abs. (W) (WAnT-OL)
Carga (0,075 kg.Kg⁻¹ MC)	Correlação de Pearson	0,857**	
	p	0,000	
	n	19	
Carga óptima (Kg)	Correlação de Pearson		0,721**
	p		0,000
	n		19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Nas restantes cargas, verifica-se também uma correlação altamente significativa com a capacidade anaeróbia.

Assim, quanto maior for a carga, maior será o valor da PAnM-abs. e da capacidade anaeróbia absoluta.

Quadro 14: Apresenta uma correlação altamente significativa entre a potência anaeróbia máxima e a capacidade anaeróbia, obtida através do WAnT com a carga estandardizada e óptima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		CA-abs. (W) (WAnT-0,075)	CA-abs. (W) (WAnT-OL)
PAnM-abs. (W) (0,075 kg.Kg⁻¹ MC)	Correlação de Pearson	0,978**	
	p	0,000	
	n	19	
PAnM-abs. (W) (OL)	Correlação de Pearson		0,910**
	p		0,000
	n		19

** A correlação é altamente significativa a 0,01;

Por meio do quadro verifica-se que existe uma correlação altamente significativa entre os valores absolutos da PAnM e da capacidade anaeróbia na carga estandardizada e na óptima, indicando assim, que os sujeitos que conseguiram o

maior pico de potência também conseguiram os valores máximos da capacidade anaeróbia. Esta correlação altamente significativa também está presente nas restantes cargas.

Quando os valores da potência e da capacidade são traduzidos em função da massa corporal, ou seja expressos em termos relativos continua a existir uma correlação altamente significativa.

2.1. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS SUJEITOS NAS DIFERENTES CARGAS APLICADAS

Para se verificar a existência de diferenças entre as variáveis obtidas pelos sujeitos na realização do WAnT com cargas de $0,075 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da massa corporal (MC); $0,090 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC; $0,105 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC; $0,120 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC e a carga óptima, realizou-se o teste t Student.

POTÊNCIA ANAERÓBIA MÁXIMA

Quadro 15: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (absoluta), obtida através do teste F-V e WAnT com a carga standardizada.

PAnM-absoluta (W)				
F-V		WAnT		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
957,02±172,39	683,07 - 1231,00	835,16±125,85	628,00 - 1084,00	,000**

** p<0,01

Com a análise deste quadro verifica-se que os valores médios da potência anaeróbia máxima óptima no teste F-V são superiores aos da PAnM-WAnT, tendo-se

obtido valores de $p < 0,01$, ou seja existem diferenças estatisticamente significativas na obtenção desta grandeza por meio dos dois testes.

Quadro 16: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (relativa), obtida através do teste F-V e WAnT com a carga standardizada.

PAnM-relativa (W/Kg)				
F-V		WAnT		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
12,44±1,35	10,34-15,52	10,88±0,87	9,71-12,89	,000**

** $p < 0,01$

Com a análise deste quadro verifica-se que os valores médios da potência anaeróbia máxima ótima no teste F-V também são superiores aos da PAnM-WAnT, tal como anteriormente, tendo-se obtido valores de $p < 0,01$, ou seja continua a existir diferenças estatisticamente significativas na obtenção desta grandeza por meio dos dois testes, mesmo em termos relativos.

Quadro 17: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM absoluta, obtida através do teste F-V e WAnT com a carga ótima.

PAnM-absoluta (W)				
F-V		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
957,02±172,39	683,07 - 1231,00	919,42±132,90	758,00-1168,00	,147

Por meio da análise deste quadro verifica-se que os valores médios da potência anaeróbia máxima ótima no teste F-V e os da PAnM-WAnT com a carga

ótima, não apresentam diferenças estatisticamente significativas, ou seja, os sujeitos conseguem obter o mesmo desempenho ($p > 0,05$) de PAnM em ambos os testes.

Quadro 18: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável PAnM (absoluta), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a ótima.

PAnM-absoluta (W)				
WAnT (0,075)		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min-Val.max.]	M±SD	[Val.min-Val.max.]	p
835,16±125,85	628,00 - 1084,00	919,42±132,90	758,00-1168,00	,000**

**p<0,01

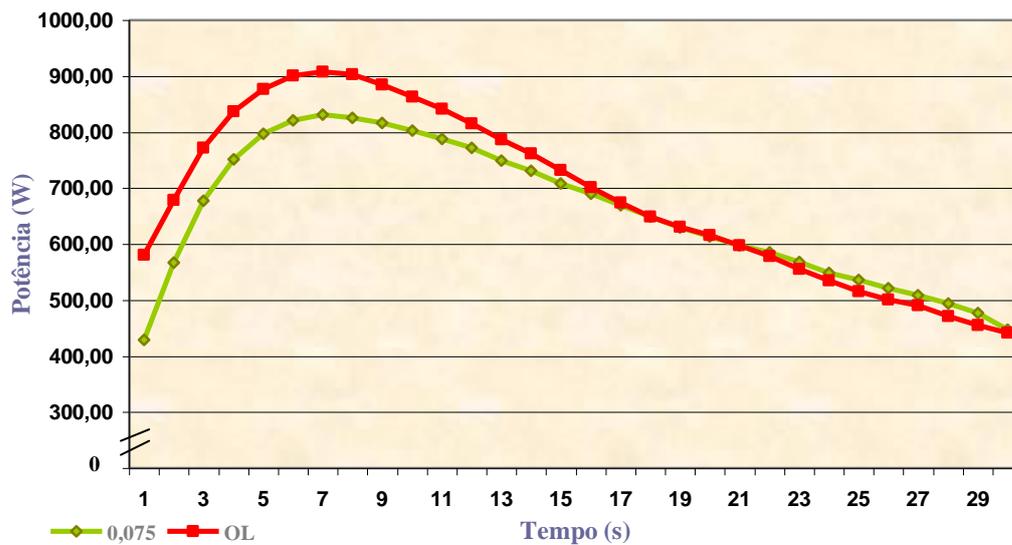


Gráfico 3: Representação dos valores médios de potência obtidos no teste Wingate com carga estandardizada e com a carga ótima.

A partir da análise do quadro e do gráfico verifica-se que os valores médios da PAnM obtidos no WAnT com a carga ótima são superiores aos da PAnM no WAnT com a carga estandardizada, tendo-se obtido valores de p iguais a 0,000, ou seja existem diferenças altamente significativas na obtenção desta grandeza com a carga estandardizada e a ótima. Analisando o gráfico é possível observar diferenças entre os valores mais altos da curva, que traduzem o maior pico de potência absoluta

em ambos os testes. De igual modo, também se pode observar a diferenças de declive das duas curvas indicando assim, a existência de diferenças significativas no decréscimo da performance (índice de fadiga), como poderemos verificar mais à frente.

A mesma conclusão se retira quando se expressa os valores em termos relativos, com um $p < 0,01$. Este facto indica que a carga estandardizada ($0,075 \text{ Kg} \cdot \text{Kg}^{-1} \text{ MC}$) não nos fornece os dados máximos das variáveis.

CAPACIDADE ANAERÓBIA

Quadro 19: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável CA (absoluta), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a óptima.

CA-absoluta (W)				
WAnT (0,075)		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
653,48±89,06	498,87 -804,70	685,25±82,17	574,80-843,20	,005*

** $p < 0,01$

Com a análise deste quadro verifica-se que os valores médios da CA obtidos no WAnT com a carga óptima são superiores aos da CA-WAnT com a carga estandardizada, tendo-se obtido valores de $p < 0,01$, ou seja os valores obtidos apresentam diferenças altamente significativas.

Quadro 20: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável CA (relativa), obtida através do teste WAnT com a carga estandardizada e a óptima.

CA-relativa (W/Kg)				
WAnT (0,075)		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
8,53±0,64	7,44 - 9,85	8,97±0,76	7,92-10,93	,004**

**p<0,01

Mais uma vez se verifica que os valores médios da CA (em termos relativos) obtidos no WAnT com a carga óptima são superiores aos do PAnM-WAnT com a carga estandardizada, tendo-se obtido valores de $p<0,01$, ou seja, existem diferenças altamente significativas na obtenção desta grandeza com a carga estandardizada e a óptima. Quando temos em conta o factor massa corporal dos sujeitos, também se verifica valores de capacidade anaeróbia diferentes e superiores no WAnT com a carga óptima, comparativamente ao WAnT com carga estandardizada.

CARGA

Quadro 21: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável carga, calculada através do F-V, como sendo a carga óptima (apresenta valores médios de 0,109 Kg. Kg⁻¹ da MC) e a carga estandardizada utilizada no WAnT.

Carga (Kg)				
F-V		WAnT (0,075)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
8,39±1,77	5,88 - 12,05	5,75 ± 0,78	4,50 – 7,25	,000**

**p<0,01

Por meio da análise do quadro verifica-se que os valores médios da carga óptima para a obtenção da PAnM óptima, calculada através do F-V é estatisticamente diferente da carga estandardizada do WAnT, tendo-se obtido valores de p igual a 0,000. O mesmo se verifica para os valores médios da carga óptima utilizada no

Wingate e a carga estandardizada, dado que as cargas utilizadas foram as mesmas do que no F-V.

ROTAÇÕES POR MINUTO

Quadro 22: Representação da correlação entre os valores da carga óptima com o valor da velocidade no teste Wingate com carga óptima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		RPM
Correlação de Pearson		-0,773**
Carga (Kg)	p	0,000
	n	19

**A correlação é altamente significativa a 0,01.

Verifica-se assim uma correlação altamente significativa entre as duas variáveis, mas negativa. Assim para cargas mais elevadas o valor de velocidade é menor.

Quadro 23: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável RPM, verificado na obtenção da potência anaeróbia máxima óptima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga estandardizada.

RPM				
F-V		WAnT (0,075)		
M±SD	[Val.min-Val.max.]	M±SD	[Val.min-Val.max.]	p
126,56 ±12,79	96,80 – 142,50	148,00 ±11,80	133 – 177	,000**

** p<0,01

Quanto às rotações por minuto realizadas no cicloergómetro, para a obtenção da PAnM no F-V e no WAnT, existem diferenças estatisticamente significativas, verificando valores médios superiores no WAnT com carga estandardizada.

Quadro 24: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável RPM, verificado na obtenção da potência anaeróbia máxima óptima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga óptima.

RPM				
F-V		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
126,56 ±12,79	96,80 – 142,50	114,00 ±17,85	75,00 –139,00	,012*

* p<0,05

Ao analisar o quadro verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas relativamente à variável rotações por minuto, realizadas no cicloergómetro para a obtenção da potência anaeróbia máxima óptima no F-V e a PAnM no WAnT com a carga óptima. Os valores médios do RPM são inferiores no WAnT realizado com a carga óptima comparativamente aos do F-V.

INTERVALO DE TEMPO

Quadro 25: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável intervalo de tempo (s), utilizado na obtenção da potência anaeróbia máxima óptima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga standardizada.

Intervalo de Tempo (s)				
F-V		WAnT (0,075)		
M±SD	[Val.min- Val.max.]	M±SD	[Val.min- Val.max.]	p
7,18±1,20	4,10 – 8,70	7,16 ±0,77	6 – 8	,937

Em relação ao intervalo de tempo utilizado pelos sujeitos na obtenção da PAnM no F-V e no WAnT, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, verificando-se valores médios para esta variável muito idênticos em

ambos os testes. Apenas se salienta a diferença existente entre o valor mínimo alcançado no F-V e no WAnT.

Quadro 26: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável intervalo de tempo (s), utilizado na obtenção da Potência anaeróbia máxima óptima no F-V e na obtenção da PAnM no WAnT com a carga óptima.

Intervalo de Tempo (s)				
F-V		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min-Val.max.]	M±SD	[Val.min-Val.max.]	p
7,18±1,20	4,10 – 8,70	6,74 ±1,05	5 – 9	,110

Também entre estes dois testes, não existem diferenças estatisticamente significativas, relativamente à variável intervalo de tempo, verificando-se valores médios para esta variável muito idênticos em ambos os testes.

O mesmo se verifica entre o teste WAnT com carga standardizada e óptima. Verificou-se portanto que, os sujeitos despenderam em média 7,18±1,20 s no teste F-V e 6,74 ±1,05 s no WAnT com carga óptima.

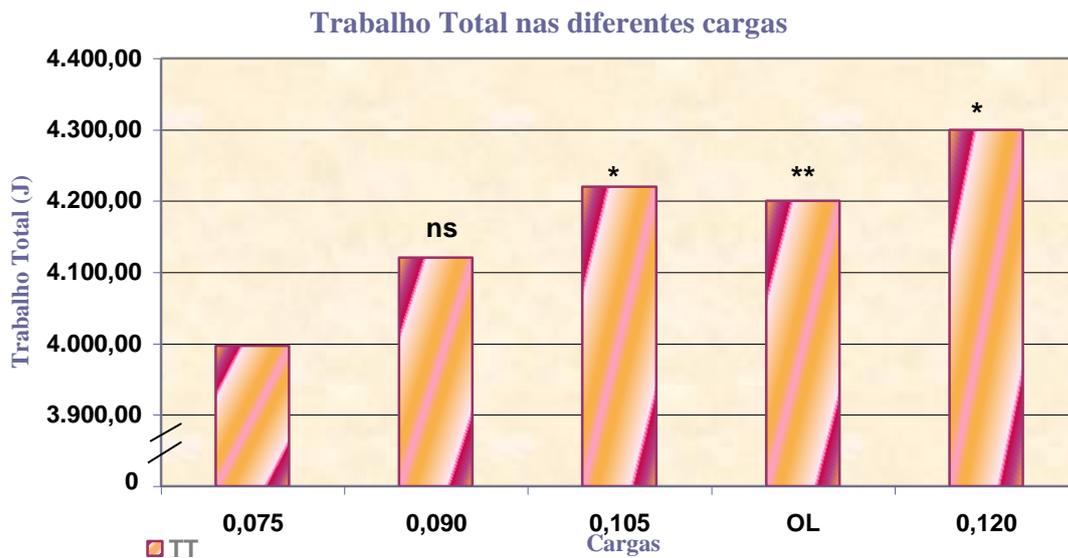
TRABALHO TOTAL

Quadro 27: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável trabalho total (J), conseguido no WAnT com a carga óptima e standardizada.

Trabalho Total (J)				
WAnT (0,075)		WAnT (OL)		
M±SD	[Val.min-Val.max.]	M±SD	[Val.min-Val.max.]	p
3996,92 ±545,15	3045,60 – 4921,16	4200,61 ±503,67	3519,89 – 5161,52	,004**

** p<0,01

O valor médio do trabalho total realizado no teste WAnT com a carga estandardizada é inferior ao da carga óptima, verificando-se assim diferenças altamente significativas. Assim, aquando a aplicação da carga óptima, os sujeitos conseguem desenvolver maior quantidade de trabalho, comparativamente à estandardizada.



Teste T de Student: comparação com a carga estandardizada

**p < 0,01

*p < 0,05

Gráfico 4: Representação dos valores médios do trabalho total obtidos no teste Wingate com diferentes cargas (0,075; 0,090; 0,105; OL - carga óptima (0,109); 0,120 Kg.Kg⁻¹ MC).

Analisando o gráfico, constatamos que à medida que ocorre o incremento da carga a variável trabalho total também aumenta. Assim, o trabalho total está altamente correlacionado com a carga (p < 0,01), ou seja, os sujeitos conseguem desenvolver maior quantidade de trabalho com os maiores valores de carga. De igual modo pode-se verificar diferenças altamente significativas entre a carga estandardizada e a óptima.

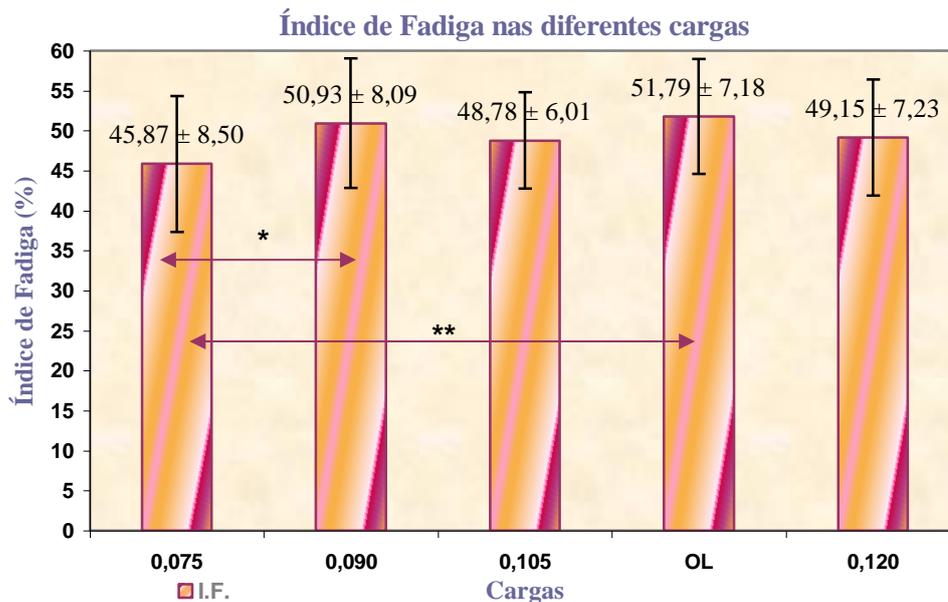
ÍNDICE DE FADIGA

Quadro 28: Estão representados os valores médios (M), desvio-padrão (SD), amplitude e resultados do teste t Student aplicado à amostra em estudo em relação à variável Índice de Fadiga (%), conseguido no WAnT com a carga óptima e estandardizada.

Índice de Fadiga (%)				
WAnT (0,075)		WAnT (OL)		p
M±SD	[Val.min-Val.max.]	M±SD	[Val.min-Val.max.]	
45,87 ± 8,50	35,85 – 70,16	51,79 ± 7,23	41,05 – 63,42	,006*

**p<0,05

Tendo em conta que o índice de fadiga traduz o decréscimo da performance durante o teste, foram encontrados os seguintes resultados:



Teste T de Student: comparação com a carga estandardizada

**p < 0,01

*p < 0,05

Gráfico 5: Representação dos valores médios do Índice de Fadiga obtidos no teste Wingate com diferentes cargas.

Verifica-se que existem diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) relativamente a esta variável entre a carga standardizada e a óptima, em que se obteve um maior índice de fadiga aquando a aplicação da carga óptima. Este valor deve-se ao facto de ser na carga óptima, que se alcança uma maior potência anaeróbia e conseqüentemente uma maior diferença entre o pico de potência e o valor mínimo da mesma. Também se verificou diferenças significativas entre a carga standardizada e a carga $0,090 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC.

Entre as restantes cargas com valores superiores à standardizada não se verificaram diferenças significativas.

Quadro 29: Apresenta uma correlação significativa entre a potência anaeróbia máxima (PANM) e o Índice de Fadiga (IF) na carga standardizada e na carga óptima; n- número de sujeitos que compõe a amostra.

		IF (%) (WAnT-0,075)	IF(%) (WAnT-OL)
PAnM-abs. (W) (0,075 kg.Kg⁻¹ MC)	Correlação de Pearson	0,504*	
	p	0,028	
	n	19	
PAnM-abs. (W) (OL)	Correlação de Pearson		0,493*
	p		0,032
	n		19

* A correlação é significativa a 0,05.

Isto sugere que nos sujeitos em que se verificaram valores mais elevados de PANM ocorreu um maior declínio na potência desenvolvida durante o teste.

CONCENTRAÇÃO DE LACTATO

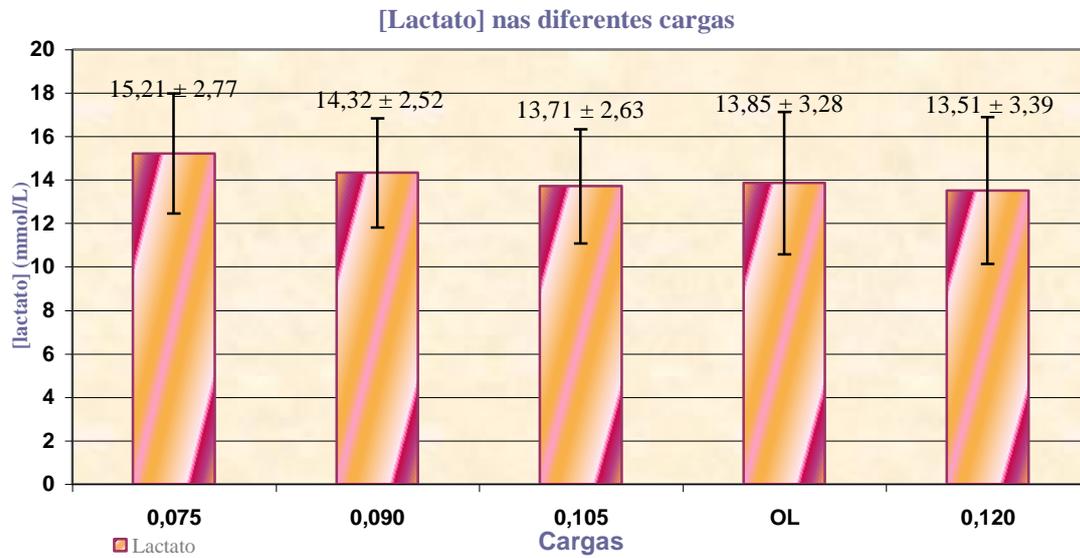


Gráfico 6: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate.

Como se pode verificar através da análise do gráfico, à medida que o valor da carga aumenta, os valores da concentração de lactato tendem a diminuir. Porém, não se verificaram diferenças significativas na concentração de lactato entre as diferentes cargas. Os valores decrescem de 15,21 mmol/L verificados na primeira carga até 13,51 mmol/L verificados na carga mais elevada (0,120 Kg.Kg⁻¹ MC).

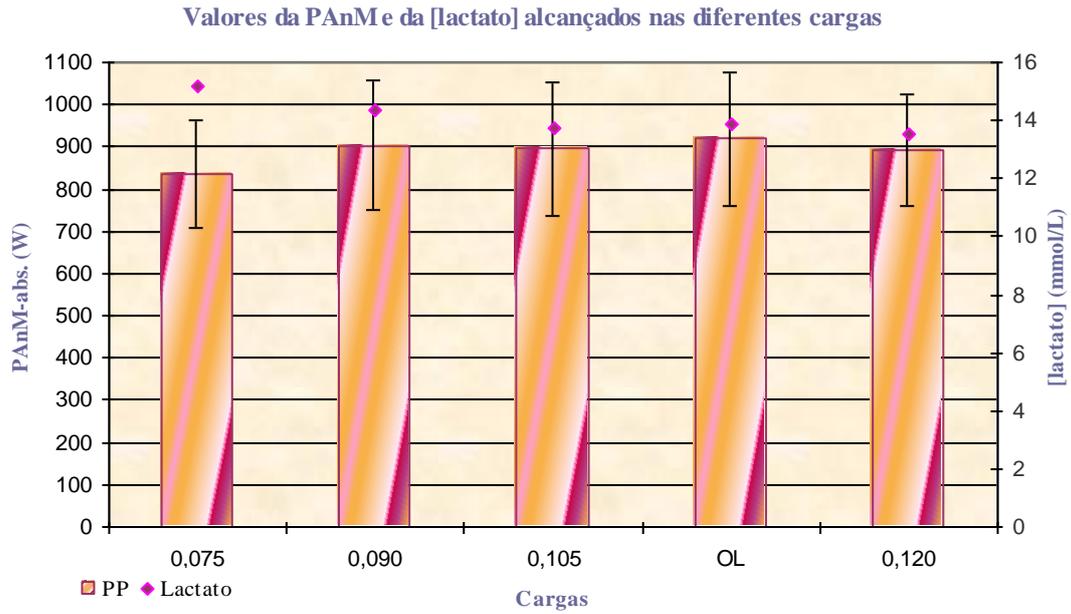


Gráfico 7: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate e da PAnM nas diferentes cargas.

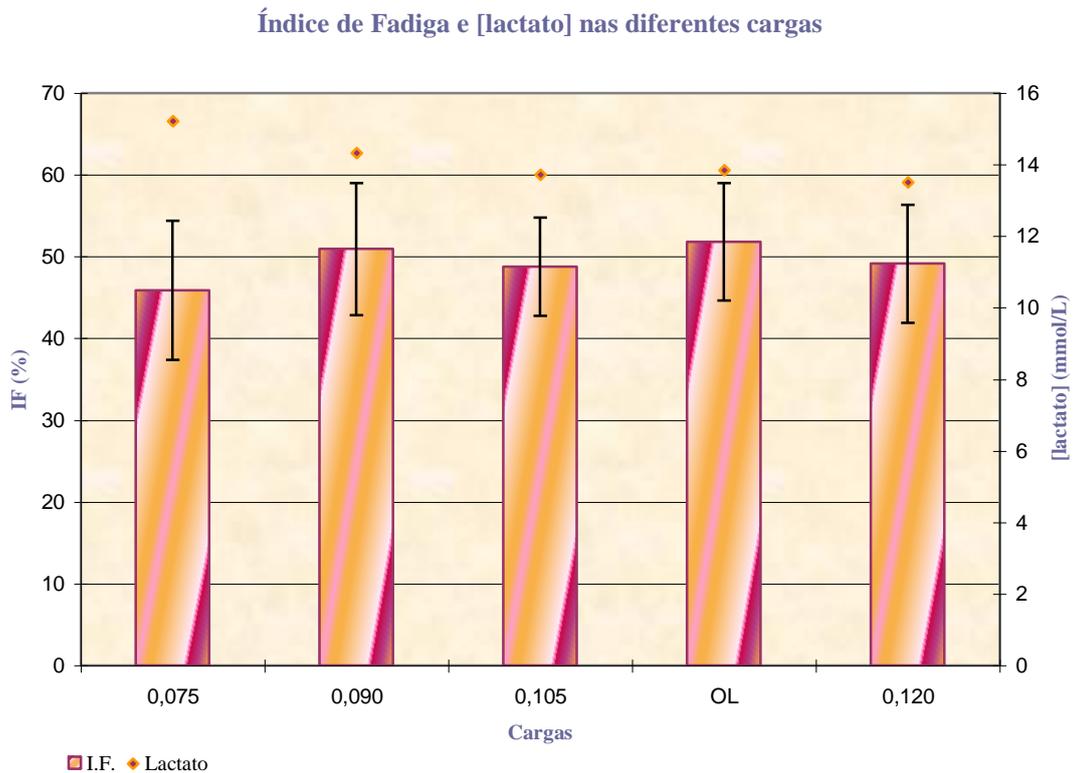


Gráfico 8: Representação dos valores médios das concentrações de lactato encontradas após 5 minutos da realização do Wingate e do Índice de Fadiga nas diferentes cargas.

Não se verificou qualquer correlação entre a concentração de lactato recolhido após 5 minutos da realização do WAnT nas diferentes cargas e o valor do índice de fadiga encontrado no mesmo. Assim, poderá inferir-se que a produção de lactato durante o esforço, não afecta na quebra da potência.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio dos resultados obtidos, verificaram-se diferenças significativas ao nível da performance anaeróbia aquando da realização do teste Wingate com a carga óptima ($0,109 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC) comparativamente à carga estandardizada. A obtenção de valores superiores no WAnT com carga óptima, foram registados a todos os níveis, ou seja, ao nível da potência anaeróbia máxima absoluta e relativa, da capacidade anaeróbia absoluta e relativa e do trabalho total desenvolvido nos 30 segundos. Relativamente ao índice de fadiga verificaram-se valores superiores na carga óptima comparativamente à estandardizada, uma vez que foi com a carga óptima que se alcançou o maior valor de PAnM e consequentemente um maior declive, resultante de uma maior diferença entre o pico de potência e o valor mínimo da mesma.

Assim, a média e o respectivo desvio padrão da potência anaeróbia máxima e da capacidade anaeróbia encontrada no teste WAnT com carga estandardizada foi de $835,16 \pm 125,85 \text{ W}$; $653,48 \pm 89,06 \text{ W}$ respectivamente e com a óptima foi de $919,42 \pm 132,90 \text{ W}$; $685,25 \pm 82,17 \text{ W}$. Deste modo, as diferenças entre estes valores são altamente significativas, o que nos indica que a carga estandardizada não permite a obtenção dos valores máximos da potência e da capacidade anaeróbia dos sujeitos.

Relativamente à PAnM obtida por meio do WAnT com carga estandardizada e pelo F-V ($0,109 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC) verificou-se uma correlação positiva e altamente significativa ($p < 0,01$). Os valores da carga óptima e estandardizada, encontrados para cada atleta apresentam diferenças estatisticamente significativas. Assim, se fizermos uma análise comparativa entre os dois testes, o mesmo sujeito consegue alcançar maiores valores de PAnM no teste F-V, o que poderá sugerir-nos que este teste será mais indicado para avaliar o pico da potência e não o Wingate tradicional.

Contudo, se compararmos os resultados obtidos no F-V e no WAnT com a carga óptima (alcançada pelo teste F-V), verifica-se que, relativamente à variável PAnM, não existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores alcançados, nos dois testes. Deste modo, estes dados, poderão também sugerir que ambos os testes predizem correctamente o valor da PAnM, desde que no WAnT se

utilize a carga óptima calculada por meio do teste F-V. A existência de uma elevada correlação ($r= 0,78$) entre a potência máxima obtida pelo teste F-V e o obtido pelo Wingate, vem reforçar essa ideia. Estas correlações também foram alcançadas ($r=0,93$) por Van Praagh et al., 1990 citado por Bar-Or, 1996.

Outro aspecto que se coaduna com o que anteriormente foi mencionado, é a existência de uma relação significativa entre o valor da carga utilizada e a potência máxima alcançada, sugerindo assim mais uma vez, a importância da utilização de uma carga que induza a valores máximos de potência. Daí ser imprescindível o controlo da carga a adoptar.

Segundo Armstrong & Welsman (2000) seria pouco provável que a carga óptima de um sprint de aproximadamente 5s fosse também óptima para um sprint de 30s. Porém este trabalho sugere que para jovens adultos, a carga é óptima para ambos os testes, dado que é por meio desta que se alcança os valores mais elevados das grandezas analisadas.

No presente trabalho, e tendo em conta que os sujeitos apresentam uma média de idade de 21,33 anos, a carga óptima para esta amostra apresenta o valor médio de $0,109 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC, com um desvio padrão de 0,01. Este valor é muito próximo dos valores encontrados por Williams & Armstrong (1993) e Winter, Brookes & Hamley (1989) citado por Santos et al. (2002) em adultos do sexo masculino ($0,106 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC). Porém, segundo Evans & Quinney (1981); Patton et al., (1985) & Vandewalle et al., (1985), a aplicação de cargas óptimas, durante os 30 segundos do Wingate, conduzido no cicloergómetro *Monark*, apresentam valores de $0,095 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC para homens adultos, valor inferior ao encontrado.

De referir, que aquando a utilização da carga $0,120 \text{ Kg.Kg}^{-1}$ da MC, todos os sujeitos apresentaram um decréscimo dos valores da PAnM, aspecto importante a ter em conta, uma vez que se considera que o sujeito, atinge a carga óptima correspondente à potência máxima, quando um acréscimo de carga provoca um decréscimo de potência.

Nesta conformidade, a obtenção dos valores máximos das diferentes variáveis, no Wingate, foram alcançados por meio da aplicação da carga óptima determinada pelo F-V, facto que vai ao encontro da opinião de alguns autores, que consideram que a quantificação da potência anaeróbia máxima em cicloergómetro depende da optimização da carga aplicada (Nakamura, Mutoh & Myashita (1985) citado por Santos et al. (2002)).

Assim, a existência de diferenças significativas nos valores das diferentes variáveis nos vários WAnT, revelam que a carga proposta originalmente para o teste Wingate, situa-se abaixo daquela que permite otimizar a performance em adultos nomeadamente na obtenção da PAnM, indo portanto ao encontro do sugerido por Armstrong & Welsman (1997). Sugere-se então, que a carga estandardizada não consegue caracterizar correctamente a PAnM e de igual modo a CA, como podemos verificar de seguida.

Portanto, comparando os vários resultados da PAnM e da capacidade anaeróbia no WAnT com diferentes cargas, verifica-se que ambas as grandezas apresentam valores superiores com a carga óptima, indicando-nos assim, que se consegue alcançar uma potência e uma capacidade maior com a referida carga. Tais resultados não vão ao encontro dos dados alcançados por Dotan & Bar-Or (1983); Vandewalle et al. (1987), dado que estes sugeriram, que as cargas óptimas para provocar a potência máxima são maiores do que as necessárias para atingir a maior capacidade anaeróbia.

De igual modo, verificaram-se diferenças significativas ou até mesmo altamente significativas relativamente à PAnM e à CA entre as diferentes cargas, porém, o aumento da PAnM ao longo das cargas é maior do que o registado na CA. Assim, poderá sugerir-se que a PAnM é sensível a menores incrementos de resistência, enquanto que a CA só é sensível a maiores incrementos de resistência. Estes resultados, vão ao encontro do estudo efectuado por Almuzaini (2000), com 23 rapazes de 12 anos sem treino, em que se concluiu que o WAnT era sensível a alterações incrementais com resistências de $0,065 - 0,080 \text{ Kg.Kg}^{-1} \text{ MC}$. Apesar dos resultados do presente trabalho estarem de acordo com o estudo anteriormente citado, é importante referir que as cargas aplicadas e a faixa etária são diferentes.

Todavia os resultados deste trabalho não vão ao encontro do realizado por Dotan & Bar-Or (1983), que concluíram que o WAnT é insensível a variações moderadas de cargas. Neste caso, a faixa etária da amostra é muito semelhante ($20,6 \pm 1,60$ vs $21,33 \pm 1,60$ para o estudo reportado e o presente estudo, respectivamente), porém este desacordo poderá ficar a dever-se à utilização de diferentes cicloergómetros (Fleisch vs Monark).

Mais recentemente, Carlson & Naughton (1994) investigaram características do desempenho anaeróbio, usando o WAnT numa Monark, contra varias resistências. Assim concluíram que uma escolha de resistência entre 0.065 e $0.080 \text{ Kg. Kg}^{-1}$ da

MC para rapazes e raparigas entre os 6-12 anos iria produzir valores máximos de potência e de capacidade anaeróbia semelhantes no WAnT. De igual modo, também sugeriram que o WAnT seria insensível a pequenas alterações incrementais na resistência estabelecida. Contudo, este estudo foi efectuado com crianças e misturou sujeitos masculinos e femininos, apesar de existirem diferenças nos desempenhos entre os dois sexos. Já o presente trabalho registou diferenças significativas entre as diferentes resistências (0,075 – 0,120 Kg. Kg⁻¹ da MC) em ambas as grandezas (PAnM e CA). No entanto, não parece muito viável estar a comparar os resultados deste estudo, com o que anteriormente foi mencionado, uma vez que a amostra é diferente (o presente estudo utilizou apenas sujeitos adultos do sexo masculino).

Relativamente ao tempo dispendido para atingir a PAnM, os sujeitos demoraram o mesmo período de tempo até atingir a PAnM, quer no F-V quer no WAnT com diferentes cargas, isto porque não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. O intervalo de tempo variou entre os 4 e os 9s, valores coincidentes com os propostos por Vandewalle et al. (1987) citado por Chia (2000), em estudos realizados em adultos, que revelaram que a potência anaeróbia máxima é alcançada num intervalo de 10 s nos 30 segundos do Teste Wingate.

Dado que, os valores mais altos de PAnM verificaram-se no teste F-V e no teste WAnT com carga óptima e se tivermos ainda em conta que os sujeitos demoraram o mesmo período de tempo até atingir a PAnM em todos os testes, pode-se constatar que os sujeitos conseguiram desenvolver uma maior PAnM, no mesmo período de tempo, no teste F-V e WAnT com carga óptima comparativamente com o WAnT com carga estandardizada. Assim, os dados indicam que é por meio do teste F-V e do WAnT com carga óptima, que se consegue alcançar uma melhor performance anaeróbia, uma vez que o valor da PAnM obtido está mais próximo do valor “real”, quando comparado ao teste Wingate tradicional (0,075 Kg. Kg⁻¹ da MC) ou outros protocolos no cicloergómetro, dado que resulta de uma carga óptima.

Os dados apontam então, para a necessidade da utilização de cargas superiores à de 0,075 Kg. Kg⁻¹ da massa corporal, em adultos, para que se atinjam valores mais elevados de potência tal como recomendado por Dotan & Bar-Or (1983), citado por Bar-Or (1996).

Perante estes resultados, poderá sugerir-se a hipótese de se utilizar a carga óptima, obtida por meio do teste F-V no Wingate, para se alcançar os maiores

valores de PAnM e CA, uma vez que é por meio desta, que se alcançam os valores máximos das referidas grandezas. A adopção deste tipo de procedimento, vai ao encontro do sugerido por Bar-Or (1996), que apresentou como vantagem do teste F-V, o facto de ele poder ser utilizado como um pré-teste para identificar a resistência óptima a aplicar no teste WAnT.

No que diz respeito à velocidade desenvolvida, os valores médios correspondentes à velocidade óptima no F-V e no Wingate com carga óptima foram de $126,56 \pm 12,79$ e $114,00 \pm 17,85$ rpm respectivamente, pelo que existem diferenças estatisticamente significativas. Mesmo obtendo valores de potência máxima anaeróbia semelhantes em ambos os testes, registaram-se valores de velocidade inferiores no Wingate com carga óptima. Esta diferença poderá ficar a dever-se, à elevada motivação dos sujeitos e conseqüentemente todas as alterações neuromusculares que possam advir, aquando a realização do teste F-V (sprint de apenas 5/6s) comparativamente aos 30s do Wingate.

Assim, dado que os valores da potência anaeróbia máxima e do intervalo de tempo verificados no teste F-V não apresentam diferenças estatisticamente significativas aos do WAnT com carga óptima, poderá sugerir-se, que quando se pretende avaliar a potência máxima do sujeito, não será necessário utilizar o teste Wingate, já que o F-V nos dá essa indicação de forma correcta.

Outro aspecto a salientar é a influência da massa corporal nos valores da performance, uma vez que se verificou uma correlação altamente significativa entre esta variável e a PAnM desenvolvida no F-V e no WAnT com diferentes cargas. Deste modo, a massa corporal interfere na obtenção da potência máxima e da capacidade anaeróbia em termos absolutos. Este aspecto torna-se ainda mais relevante no caso de testes em cicloergómetro, dado que o sujeito não necessita de deslocar o seu corpo, colocando assim a sua massa sobre o selim e os pedais, possibilitando-lhe movimentar cargas superiores.

Este aspecto, não se verifica em certos testes, tal como nos sprints, uma vez que neste caso o sujeito tem que transportar a sua massa corporal, pelo que se torna fundamental analisar a sua composição corporal já que esta vai influenciar a performance durante a corrida. Num trabalho 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 1^a, 2^a, 4^a e 5^a série em sprints de 35m. Na 3^a série verificou-se uma correlação altamente significativa entre as variáveis em estudo. Assim, quanto maior o somatório das pregas, menor a velocidade média atingida pelos sujeitos.

Quando os valores de potência e capacidade são traduzidos em função da massa corporal (termos relativos) deixa de existir relação entre a massa corporal e os valores das variáveis mencionadas. Parece-nos assim mais correcto, expressar os valores das variáveis em termos relativos.

De igual modo, verificou-se uma correlação altamente significativa entre a PAnM obtida nas diferentes cargas e o volume magro do membro inferior (M.I.), ou seja, a variável potência anaeróbia máxima relaciona-se directamente com o volume magro do M.I. ($r=0,764$ e $0,723$ para a carga óptima e estandardizada respectivamente). Estes resultados vão ao encontro de Mercier et al. (1992), que descobriram a existência desta relação entre as variáveis analisadas, tendo obtido, em 69 jovens do sexo masculino com idades compreendidas entre os 11 e 19 anos, valores de $r=0,84$. Esta correlação também se verificou ao nível da capacidade anaeróbia.

O factor fadiga também deverá ser outro aspecto a analisar. Ao longo dos 30s no WAnT, a fadiga irá causar o decréscimo da frequência de pedalada por minuto, afectando assim a relação potência / velocidade e conseqüentemente uma falha na capacidade de produção de potência, daí o índice de fadiga indicar-nos o decréscimo da performance durante o teste. Esta variável, obteve os maiores valores médios aquando a aplicação da carga óptima, isto porque também foi com esta carga que se alcançaram os valores máximos da PAnM, com velocidade inferior.

O facto de se ter verificado um aumento da potência ao longo das cargas e um decréscimo das concentrações de lactato (mesmo não sendo significativo) poderá colocar de parte a ideia de que o lactato é o responsável directo de uma grande variedade de “prejuízos” para os atletas, tais como a fadiga muscular. Este aspecto vai ao encontro dos resultados obtidos por Barbosa (2002) que verificou, que até um determinado momento (até se verificar um decréscimo acentuado da potência), as elevadas concentrações de lactato acumuladas não desempenham qualquer efeito prejudicial sobre os valores máximos de potência.

No que concerne às concentrações de lactato obtidas após 5 minutos da realização do WAnT, embora as correlações não sejam estatisticamente significativas, verificou-se que a produção de lactato está relacionada directamente com a velocidade e inversamente com a carga. Assim, sugere-se que à medida que a velocidade diminui (com o aumento da carga) a concentração de lactato também tende a diminuir, visto que ocorre um menor número de contracções musculares por unidade de tempo.

Tendo em conta, que a remoção do lactato sanguíneo nos músculos é feita a um ritmo que varia entre os diferentes sujeitos, dada a sua maior capacidade de oxidar o ácido láctico, torna-se um pouco difícil, saber exactamente qual o melhor momento para recolher a amostra sanguínea, de modo a se obter os valores mais altos de concentração de lactato. Mais estudos acerca desta problemática são necessários para estabelecer um momento. Por conseguinte, ao termos recolhido a amostra sanguínea após 5 minutos de recuperação (quando teoricamente se atinge o pico de lactato no sangue), corremos o risco de não ter medido o pico de concentração de lactato. Importa porém, salientar, que o principal objectivo da recolha da amostra sanguínea neste trabalho, foi apenas verificar o impacto que cada carga teria na produção do lactato. Deste modo, verificamos que não existem diferenças significativas nos valores médios da concentração de lactato entre as diferentes cargas. Assim, obtêm-se o maior valor da PAnM na realização do teste Wingate com **carga óptima**, sem haver por isso uma maior produção de lactato. O mesmo sucede com a capacidade anaeróbia e trabalho total. Deste modo, não se verifica nenhuma relação entre a performance desenvolvida no teste e a concentração de lactato.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Passaremos de seguida a apresentar as principais conclusões deste estudo, tendo em conta os resultados obtidos, bem como a sua discussão. De igual modo serão mencionadas algumas recomendações para a realização de futuros estudos nesta área.

1. CONCLUSÕES

- O valor da carga óptima utilizada no teste WAnT e respectivos valores de potência atingidos, quer em termos absolutos, quer relativos, são significativamente diferentes comparativamente aos valores de potência alcançados com a carga estandardizada. Assim, a carga proposta originalmente (0,075 Kg.Kg⁻¹ MC) parece-nos não ser a mais indicada para assegurar o desempenho máximo no teste Wingate, em jovens adultos. Este aspecto, parece-nos ser importante, dado que a selecção de uma carga externa inapropriada invalida a avaliação da potência máxima e da capacidade anaeróbia, conduzindo assim, a uma interpretação errada dos valores alcançados num exercício supra-máximo.

- O valor da carga utilizada no teste Wingate como sendo óptima, influenciou de forma muito significativa nos valores da PAnM e da CA, quer em termos absolutos, quer relativos. Deste modo, o valor da carga a utilizar é fundamental para a obtenção dos valores máximos destas duas grandezas, situando-se por volta de 0,109 Kg por quilograma de massa corporal.

- Perante os resultados obtidos, parece-nos viável a utilização do teste F-V, como forma de obter o valor da carga (OL), que desenvolva a maior potência anaeróbia máxima e capacidade anaeróbia no WAnT. Através deste procedimento, obtivemos os “verdadeiros” valores destas duas grandezas, uma vez que os seus valores mais elevados são obtidos com a mesma carga.

- Por meio da análise dos dados, verifica-se então, que no teste WAnT também se consegue gerar um valor mais elevado de potência máxima, tal como no F-V, desde que se utilize a carga óptima calculada por meio do teste F-V. Deste modo o WAnT (OL) para além de avaliar correctamente a capacidade anaeróbia avalia também a PAnM, dado que não se registaram diferenças significativas nos valores da PAnM alcançados pelo F-V e pelo WAnT (OL).

- Todos os aspectos anteriormente mencionados sugerem a necessidade de reformular o protocolo do teste Wingate tradicional, pois a aplicação de um valor de carga estandardizada para diferentes sujeitos parece não ser a mais correcta, dado que esta deverá ser calculada consoante cada sujeito, e para tal será necessário recorrer ao teste F-V.

- Baseando-nos na correlação existente entre a potência anaeróbia máxima e a capacidade, parece que os sujeitos que atingem os maiores valores da PAnM também são, os que apresentam uma maior capacidade anaeróbia.

- Os resultados sugerem, que o Wingate é sensível a variações moderadas de cargas, uma vez que existem diferenças significativas ou até mesmo altamente significativas entre as diferentes cargas relativamente às variáveis PAnM e CA.

- O facto de existir uma relação significativa da massa corporal e o valor da potência máxima e da capacidade em termos absolutos, mostra uma limitação dos testes realizados em cicloergómetro. Assim, a utilização da massa corporal como indicador da carga aplicada durante o teste WAnT, parece-nos que não é a forma mais indicada.

- As concentrações de lactato recolhidas após 5 minutos da realização do teste Wingate, não diferem de forma significativa entre as diferentes cargas, tendendo mesmo a diminuir, à medida que se aumenta o valor da carga.

2. RECOMENDAÇÕES

Perante os resultados alcançados, verificou-se que não é indiferente utilizar a carga standardizada e a carga calculada como óptima para cada sujeito (pelo teste F-V), pois a utilização de várias cargas no mesmo sujeito, no teste WAnT, revelou resultados diferentes, relativamente a todas as variáveis obtidas. Dado que se registaram os maiores valores de PAnM e CA, aquando a aplicação da carga óptima, é recomendável uma modificação no protocolo do Wingate tradicional. Assim, o teste F-V dá-nos correctamente a indicação da carga a utilizar, bem como do valor da PAnM quando se pretende avaliar a performance anaeróbia.

De igual modo, poderemos recomendar a utilização da carga óptima no Wingate, mas de acordo com a massa muscular dos membros solicitados.

Recomenda-se ainda, para futuras investigações nesta área:

- A realização do mesmo estudo, com um maior número de sujeitos em grupos distintos: treinados e não treinados.
- A realização do mesmo estudo, com uma amostra que inclua sujeitos de diferentes faixas etárias e de ambos os sexos.
- Realizar correlações das variáveis estudadas com outras variáveis, tais como: consumo máximo de oxigénio.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

- ☑ Adams, G. (1998). *Exercise Physiology Laboratory Manual* (3th edition). Mc Graw-Hill.
- ☑ 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, n°4, Human Kinetics, pp. 349-359.
- ☑ Armstrong, N., Welsman, J. & Kirby, B.J. (1997). Performance on the Wingate Anaerobic Test and Maturation. *Pediatric Exercise Science*, Vol.9, pp.253-261
- ☑ Armstrong, N., Welsman, J. (2000). Anaerobic Performance. In: Armstrong, N. & Van Mechelen, W. (Ed). *Paediatric Exercise Science and Medicine* (1^aed) (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 Society for Exercise Physiology, Human Kinetics.
- ☑ Bouchard, C., Taylor, A. W., Simoneau, J. & Dulac, S. (1991). Testing anaerobic power and capacity. In: MacDougall, J.D., Wengen, H. & Green, H.J. (Eds). *Physiological testing of the high-performance athlete* (pp.175-221). Champaign,IL., Human Kinetics: Canadian Association of Sport Sciences.
- ☑ Barbosa, J. (2001/2002). Influência da concentração de lactato na potência anaeróbia. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.

-
- ☑ Carlson, J. & Naughton, G. (1994). Performance characteristics of children using various braking resistances on the Wingate Anaerobic Test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol.34, nº4, pp. 362-369.
- ☑ Chia, M., Armstrong, N. & Childs, D. (1997). The assessment of children's anaerobic performance using modifications of the Wingate Anaerobic Test. *Pediatric Exercise Science*, Vol. 9, Human Kinetics, pp. 80-89.
- ☑ Chia, M. (2000). Assessing Young People's Exercise Using Anaerobic Performance Tests. *European Journal of Physical Education*, Vol.5, nº2, pp. 231-258.
- ☑ Chicharro, J.L. & Vaquero, A.F. (1995). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Editorial Panamericana.
- ☑ Coast, J.R; Crouse, S. F. & Jessup, G., (1995). *Exercise Physiology Videolabs. Lab Manual*. McGraw-Hill.
- ☑ Foss, M.L. & Keteyian, S.J. (1998). *Physiological Basis for Exercise and Sport* (6ª Edição). McGraw Hill. pp. 18-38
- ☑ Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, Vol.31, nº10, pp. 725-741.
- ☑ Gaul, C.A., Docherty, D. & Cicchini, R., (1995). Differences in Anaerobic Performance Between Boys and Men. *International Journal of Sports Medicine*, Vol.16, nº7, pp. 451-455.
- ☑ Guyton, A.C. & Hall, J.E. (1997). Metabolismo dos carboidratos e formação de trifosfato de adenosina. In: Guanabara Koogan S.A (Eds), *Tratado de Fisiologia médica* (pp 771-779). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.

- ☑ Guyton, A.C. & Hall, J.E. (1997). Fisiologia do esporte. In: Guanabara Koogan S.A (Eds), *Tratado de Fisiologia médica* (pp 968-970). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.
- ☑ Guyton, A. & Hall, J. (1998). *Fisiologia humana e mecanismos das doenças* (6ª edição). Guanabara Koogan S.A.
- ☑ Inbar, O., Bar – Or, O. & Skinner, J.S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, IL.: Human Kinetics
- ☑ Manso, J., Valdivielso, M. & Caballero, J. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la Condición Física, Madrid: Gymnos
- ☑ Martin, J. C. & Malina, R.M. (1998). Developmental Variations in Anaerobic Performance Associated With Age and Sex. **In:** E.V. Praagh, (Ed). *Pediatric Anaerobic Performance* (pp.45-61). Champaign: Human Kinetics.
- ☑ McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1996). *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance* (4rd ed.). Copyright: Williams & Wilkins
- ☑ Mercier, B., Mercier, J. & Prefaut, C. (1991). Blood Lactate Increase During the Force-Velocity Exercise Test. *International Journal of Sports Medicine*, Vol.12, nº1, pp. 17-20.
- ☑ Mercier, B., Mercier, J., Granier, P., et al. (1992). Maximal anaerobic power: relationship to antropometric characteristics during growth. *International Journal of Sports Medicine*, Vol.13, nº1, pp. 21-26.
- ☑ Okano, A. , Doderó, S., Coelho, C., Gassi, E., Silva, C. Okano, R. & Cyrino, E. (2001). Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de Wingate. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*. Brasília; 9(4):7-11.

-
- ☑ Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance* (3rd ed.). Madison: Brown & Benchmark publishers.
- ☑ Robergs, R. & Roberts, S. (2000). *Fundamental Principles of Exercise Physiology for fitness, performance, and health*. McGraw-Hill.
- ☑ Santos, A.M., Welsman, J.R., De Ste Croix, M. & Armstrong, N. (2002). Age- and Sex-Related Differences in Optimal Peak Power. *Pediatric Exercise Science*, Vol.14, pp.202-212.
- ☑ Vandewalle, H., Peres, G., Heller, J., Panel, J. & Monod, H. (1987). Force-Velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer: Correlation with the height of a vertical jump. *European Journal of Applied Physiology*, Vol.56, pp.650-656.
- ☑ Van Praaagh, E., Fellmann, N., Bedu, M., Falgairette, G., & Coudertt, 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). The child and adolescent athlete. *Encyclopaedia of Sports Medicine. Blackwell Science*, Vol.7, pp.602-616.
- ☑ Williams, C. (1997). Children's and Adolescents' Anaerobic Performance During Cycle Ergometry. *Sports Medicine*, Vol.24, n°4, pp. 227-240.
- ☑ Winter, E.M., Brown, D., Roberts, N.K.A., Brookes, F.B.C & Swaine, I.L. (1996). Optimized and corrected peak power output during friction-braked cycle ergometry. *Journal of Sports Sciences*, 14, pp. 513-521.
- ☑ Wilmore, J.H & Costill, D.L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.

ANEXOS

Anexo 1:

Termo de Consentimento

Termo de Consentimento

Eu, _____, aceito participar na realização do trabalho de seminário da discente, Carla Correia, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, sob a 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, a capacidade anaeróbia, o índice de fadiga, trabalho total. Para tal, será necessário realizar alguns testes, tais como: Teste de Wingate (30 seg em cicloergómetro) e Teste Força-Velocidade (cerca de 7/8 seg em cicloergómetro). Serão de igual modo, realizadas medições antropométricas (Massa Corporal, Estatura, Altura Sentado, Pregas de Gordura Subcutâneas e Circunferências) e a recolha de lactato sanguíneo, no teste Wingate, por meio de uma picadela no dedo.

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

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

Coimbra, ____ de _____ de 2004

(Assinatura do Aluno)