

A Nossa  
Universidade

Colégio dos Jesuítas  
Rua dos Ferreiros - 9000-082, Funchal

Tel: +351 291 209400  
Fax: +351 291 209410  
Email: gabinetedareitoria@uma.pt



**A Especialização Metabólica em Jovens  
Futebolistas do Escalão de Iniciados e Infantis**  
João Manuel Noite Mendes

TD

## A Especialização Metabólica em Jovens Futebolistas do Escalão de Iniciados e Infantis

TESE DE DOUTORAMENTO

**João Manuel Noite Mendes**  
DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

  
UNIVERSIDADE da MADEIRA  
*A Nossa Universidade*  
www.uma.pt

fevereiro | 2014

**DIMENSÕES:** 45 X 29,7 cm

**PAPEL:** COUCHÊ MATE 350 GRAMAS

**IMPRESSÃO:** 4 CORES (CMYK)

**ACABAMENTO:** LAMINAÇÃO MATE

### NOTA\*

Caso a lombada tenha um tamanho inferior a 2 cm de largura, o logótipo institucional da UMa terá de rodar 90°, para que não perca a sua legibilidade/identidade.

Caso a lombada tenha menos de 1,5 cm até 0,7 cm de largura o layout da mesma passa a ser aquele que consta no lado direito da folha.



# **A Especialização Metabólica em Jovens Futebolistas do Escalão de Iniciados e Infantis**

TESE DE DOUTORAMENTO

**João Manuel Noite Mendes**

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

ORIENTAÇÃO

António Manuel Vitória Vences de Brito

CO-ORIENTAÇÃO

João Filipe Pereira Nunes Prudente

## Apoio

A presente tese de doutoramento, intitulada “*A especialização metabólica em jovens futebolistas do escalão de iniciados e infantis*”, está enquadrada no projeto de investigação e desenvolvimento: Parque de Ciência e Tecnologia do Alentejo - Laboratório de Investigação em Desporto e Saúde (Unidade de Fisiologia e Biomecânica do Desporto – Suboperação: Avaliação e Caracterização Biológica e Cinesiológica dos Praticantes de Desportos de Combate e de Jovens Praticantes de Modalidades Coletivas e Individuais, coordenado pelo Professor Doutor António Brito), apresentado pela Escola Superior de Desporto de Rio Maior (ESDRM) e pela Escola Superior de Saúde de Santarém (ESSS) do Instituto Politécnico de Santarém (IPS), cofinanciado por fundos nacionais através do Programa Operacional do Alentejo 2007-2013 (ALENT-07-0262-FEDER-001883), tendo como investigadora responsável a Professora Doutora Rita Santos Rocha.

### Co-financiamento





*À Ti*  
*Mou oxygóno*



## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor António Vences de Brito, pela orientação e exigência colocada ao longo do tempo em que fui desenvolvendo o documento aqui apresentado. Uma longa jornada que se conclui, sempre com o seu apoio, colaboração e troca de ideias que tornaram este trabalho um verdadeiro desafio que acaba por ser conquistado.

Ao Professor Doutor João Prudente pelas reflexões, disponibilidade e amizade ao longo de todo o processo. Pela procura incessante de oferecer soluções aos problemas que foram surgido ao longo do processo.

Ao Professor Doutor Sílvio Velosa por todo o entusiasmo partilhado no tratamento estatístico e por toda a colaboração na revisão dos resultados.

Ao colega e amigo Mário Ferreira, pela solidariedade e espírito de entreajuda constantemente manifestados durante estes 3 anos. Por efetivamente poder ser considerado um colega de equipa e acima de tudo um amigo.

Ao Mestre Renato Fernandes pela colaboração em todos os projetos que venho a desenvolver desde a Licenciatura. A sua colaboração foi sempre indispensável e será sempre por mim considerado um dos meus orientadores. O mais sincero obrigado.

Ao Professor Doutor Félix Romero pela sua disponibilidade no tratamento estatístico e na sua interpretação.

A todos os Professores que me ajudaram ao longo da formação académica, especialmente ao Professor João Paulo Costa pela perspetiva de exigência e brio que implementou na minha formação enquanto homem e aluno ao longo da Licenciatura.

Ao Professor Nuno Loureiro por toda a colaboração ao longo dos três ciclos de formação superior. Apesar de colega de Doutoramento será sempre tido na minha consideração como Professor por todos os ensinamentos e orientações.

Ao Nuno Ricardo por todo o apoio prestado no Laboratório de Investigação.

À Universidade da Madeira, na pessoa da Professora Doutora Catarina Fernando e à Escola Superior de Desporto de Rio Maior, na pessoa do Professor José Rodrigues, pelo esforço feito para a realização dos Doutoramentos.

Ao Núcleo Sportinguista de Rio Maior na pessoa do Professor Eduardo Teixeira e à Escola Básica de Rio Maior, na pessoa da Professora Sandrina Ribeiro pela colaboração prestada na angariação de voluntários para os testes realizados. Sem a sua ajuda seria uma missão bem mais árdua.

A todos os participantes pela paciência tida nas relativamente longas tardes de recolhas.

À Bárbara, pelas longas horas de companhia na ida e volta de Lisboa para Rio Maior, ajudando incessantemente nas recolhas e no apoio aos sujeitos que participaram. Mas acima de tudo pela amizade, apoio e compreensão nos muitos momentos difíceis que passei ao seu lado.

À Carla pelo incentivo dado ao longo dos anos e pela ajuda na revisão do documento. O produto final será sempre melhor com a sua ajuda e este não foi exceção.

À Dina, o catalisador de todo o processo, que sempre me desafiou a iniciar e a concluir o 3º Ciclo de formação superior. Pode não ter participado ativamente na produção do documento, mas não facilitou na exigência de ver o trabalho feito o quanto antes.

Ao Ruben, ao Pedro e à Teresa pela receção na Irlanda, onde acabei a redação do documento, pelo incentivo e entusiasmo constantemente transmitidos à medida que o trabalho foi ganhando a sua forma final.

Ao Tiago, o eterno colega de casa mesmo após estes anos em países diferentes. O Amigo com quem posso sempre contar.

À minha família por todo o apoio prestado ao longo dos últimos 27 anos. Com todo o apoio, amizade, solidariedade e carinho é que foi possível alcançar todos os graus académicos a que me predispus.

À Isabel, a minha mãe, pelo constante incentivo ao longo de todo o processo. Mãe é Mãe, mas a minha é a maior e novamente não fez a coisa por menos. Nas melhores horas não facilitou na exigência e nas piores foi a primeira a chegar para levantar os “cacos”, coloca-los todos juntos e por tudo a trabalhar novamente.

À Ti (Catariana), a quem dedico este trabalho, não pela sua particular ajuda na redação do documento (ainda hoje anda de fraldas), mas por todos os sorrisos arrancados mesmo à distância. Não te vejo crescer todos os dias, mas não te esqueço um segundo que seja.

E por fim mas de longe o pilar mais importante: ao Mendes, o meu pai. O Homem que deixou a marca por todo o documento que se segue, nas suas revisões de ortografia, gramática e reflexão crítica de conteúdos, mesmo sendo esta uma área de investigação com a qual não está familiarizado. O Homem de quem tenho sempre saudades! O Homem que fica sempre feliz por me ver.

**Índice**

Índice de Tabelas	XV
Índice de Figuras	XVII
Lista de Abreviaturas	XIX
Resumo	XXI
Abstract	XXII
Resumen	XXIII
Résumé	XXIV

---

 Capítulo I - INTRODUÇÃO
 

---

1. – Introdução	27
2. – Apresentação do Problema	27
2.1 – Objetivo do Estudo	29
3. – Pertinência do Estudo	30
4. – Estrutura e Organização	31

---

 Capítulo II – REVISÃO DE LITERATURA
 

---

1. – Introdução	35
2. – O perfil energético do futebolista	36
3. – Recursos Energéticos	38
3.1. – Metabolismo aeróbio – metabolismo base	39
3.1.1. – Métodos de avaliação	41
3.1.2. – Consumo máximo de oxigénio: análise de dados	44
3.1.3. – Resposta cardiorrespiratória ao exercício	46
3.1.3.1. – Resposta cardíaca – frequência cardíaca	48
3.1.3.1.1. – Resposta cardíaca – cálculo e controlo da frequência cardíaca máxima teórica	51
3.1.3.1.2. – Resposta cardíaca – valores de referência da frequência cardíaca em treino	52
3.1.3.2. – Resposta pulmonar – ventilação	53
3.1.3.2.1. – Resposta pulmonar – limiar ventilatório e limiar anaeróbio	55
3.1.4. – Protocolos de teste para variáveis aeróbias	59
3.1.5. – O metabolismo aeróbio em crianças	60
3.1.5.1. – A resposta cardiorrespiratória em crianças	62
3.1.5.2. – Os valores de referência de consumo de oxigénio em crianças	63
3.2. – Metabolismo Anaeróbio – metabolismo de decisão	66

	Índice
3.2.1. – Métodos de avaliação do metabolismo anaeróbio	71
3.2.1.1. – Teste Wingate	74
3.2.1.1.1. – Peak Power, Average Power, Lowest Power e Drop Power	77
3.2.2. – O metabolismo anaeróbio em crianças	79
3.2.2.1. – Avaliação anaeróbia em crianças – teste Wingate	81
4. – Especialização Metabólica	83
5. – Maturação	85

---

### Capítulo III – METODOLOGIA

---

1. – Introdução	89
2. – Formulação de hipóteses	89
3. – Caracterização da amostra	91
4. – Instrumentos utilizados	94
5. – Variáveis do estudo	96
6. – Recolha	97
6.1. – Antropometria	97
6.2. – Composição corporal	98
6.3. – Calibração do material dos testes máximos	99
6.4. – Teste de PA – Protocolo de Balke adaptado	100
6.5. – Teste de PAN – Protocolo de Wingate (WAnT)	102
7. – Tratamento Estatístico	104

---

### Capítulo IV – RESULTADOS

---

1. – Introdução	109
2. – Caracterização da amostra	109
2.1. – Caracterização dos iniciados	110
2.2. – Caracterização dos infantis	111
2.3. – Comparação entre iniciados e infantis	112
3. – Perfil aeróbio da amostra	113

	Índice
3.1. – Perfil aeróbio dos iniciados	113
3.2. – Perfil aeróbio dos infantis	114
3.3. – Comparação do perfil aeróbio dos iniciados e infantis	115
4. – Perfil anaeróbio da amostra	118
4.1. – Perfil anaeróbio dos iniciados	118
4.2. – Perfil anaeróbio dos infantis	120
4.3. – Comparação do perfil anaeróbio dos iniciados e infantis	121
5. – Análise correlacional	125
5.1. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos iniciados	125
5.2. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos iniciados por subgrupo	127
5.3. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia no grupo de infantis	130
5.4. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos infantis – subgrupo T e NT	132
5.5. – Comparação das relações entre os grupos (iniciados e infantis) e subgrupos (treinados e não treinados)	136
6. – Revisão de Resultados	137

---

## Capítulo V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

1. – Introdução	141
2. – Discussão da antropometria da amostra	141
2.1. – Discussão da caracterização antropométrica dos iniciados	141
2.2. – Discussão da caracterização antropométrica dos infantis	142
2.3. – Discussão das diferenças antropométricas entre iniciados e infantis	143
3. – Discussão da potência aeróbia da amostra	144
3.1. – Discussão da potência aeróbia dos iniciados	144

---

3.2. – Discussão da potência aeróbia dos infantis	146
3.3. – Discussão das diferenças de potência aeróbia entre iniciados e infantis	147
4. – Discussão da potência anaeróbia da amostra	149
4.1. – Discussão da potência anaeróbia dos iniciados	149
4.2. – Discussão da potência anaeróbia dos infantis	152
4.3. - Discussão das diferenças da potência anaeróbia entre iniciados e infantis	154
5. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia nos iniciados	156
6. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos infantis	157
7. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos subgrupos de treinados e não treinados dos iniciados	158
8. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos subgrupos de treinados e não treinados dos infantis	160
9. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos iniciados e infantis	160

---

## Capítulo VI – CONCLUSÃO

---

1. – Introdução	165
2. – Conclusões	165
Recomendações	171

---

## BIBLIOGRAFIA

---

175

## ANEXOS

---

1. – Carta aos Encarregados de educação	195
2. – Mapa de recolhas, Novembro	197

---

3. – Plano de Treino	199
4. – Dados recolhidos no teste WAnT – Iniciados treinados e não treinados	201
5. – Gráficos de correlação das variáveis absolutas	203
6. – Gráficos de correlação das variáveis relativas	204
7. – Exemplo da ficha dos indivíduos	205



**Índice de Tabelas**

	Página
Tabela 1 - Zonas de intensidade de exercício e respetivos intervalos de FC correspondentes.	52
Tabela 2 - Médias dos valores máximos de $VO_{2Rel}$ , obtidos em indivíduos entre os 10 e os 17 anos.	65
Tabela 3 - Valores de PP obtidos em indivíduos entre os 10 e os 16 anos	83
Tabela 4 - Características da amostra	93
Tabela 5 - Variáveis do teste de potência aeróbia e de potência anaeróbia	97
Tabela 6 - Protocolo de Balke adaptado.	101
Tabela 7 - Protocolo WAnT.	107
Tabela 8 - Caracterização antropométrica escalão de iniciados (INI)	110
Tabela 9 - Caracterização antropométrica escalão de infantis (INF)	111
Tabela 10 - Comparação antropométrica entre subgrupos em função do Esc e da Cod	113
Tabela 11 - Caracterização da PA no escalão de iniciados (INI)	114
Tabela 12 - Caracterização da PA escalão de infantis (INF)	116
Tabela 13 - Comparação da PA entre subgrupos em função do Esc e da Cod	118
Tabela 14 - Caracterização da PAN no escalão de iniciados (INI)	118
Tabela 15 - Caracterização da PAN no escalão de infantis (INF)	120

---

Tabela 16 -	Comparação da PAN entre subgrupos em função do Esc e da Cod	121
Tabela 17 -	Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o grupo de iniciados (INI)	125
Tabela 18 -	Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo T de iniciados (INI)	127
Tabela 19 -	Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo NT de INI	128
Tabela 20 -	Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para escalão de infantis (INF)	131
Tabela 21 -	Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo T de infantis (INF)	133
Tabela 22 -	Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para subgrupo NT de infantis (INF)	134
Tabela 23 -	Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para os subgrupos de INI T, INI NT, INF T e INF NT	136

**Índice de Figuras**

	Página
Figura 1 - Curva típica do WAnT em indivíduos adultos (Inbar et al., 1996).	75
Figura 2 - Painel de controlo da Passadeira Technogym Runrace Treadmill HC1200.	96
Figura 3 - Cicloergómetro Monark 839E.	96
Figura 4 - Balança Tanita com Bioimpedância Tetrapolar.	96
Figura 5 - Cosmed K4b <sup>2</sup> (Cosmed, Rome, Italy).	96
Figura 6 - Participante durante a realização do teste de Balke, com utilização do K4b <sup>2</sup>	102
Figura 7 - Participante durante a realização do teste WAnT	104
Figura 8 - Diagrama de perfis para as médias marginais de VO <sub>2Abs</sub>	117
Figura 9 - Diagrama de perfis para as médias marginais de VO <sub>2Rel</sub>	117
Figura 10 - Representação da prestação dos participantes T: PP, AP, LP e DP.	122
Figura 11 - Representação da prestação dos participantes NT: PP, AP, LP e DP	122
Figura 12 - Representação da prestação dos dois escalões: PP, AP, LP e DP	122
Figura 13 - Comparação da prestação dos 4 subgrupos: PP, AP, LP e DP	122
Figura 14 - Valores de PP absoluto grupo T e NT.	124
Figura 15 - Valores de PP <sub>Rel</sub> do grupo T e NT.	124
Figura 16 - Valores de AP absoluto grupo T e NT	124
Figura 17 - Valores de AP <sub>Rel</sub> do grupo T e NT	124
Figura 18 - Representação gráfica da relação entre o VO <sub>2Abs</sub> e o PP nos INI	126
Figura 19 - Representação gráfica da relação entre o VO <sub>2Abs</sub> e o AP nos INI	126

---

Figura 20 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $PP_{Rel}$ nos INI	126
Figura 21 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $AP_{Rel}$ nos INI	126
Figura 22 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o PP nos T e NT dos INI	129
Figura 23 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o AP nos T e NT dos INI	129
Figura 24 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $PP_{Rel}$ nos T e NT dos INI	129
Figura 25 - Representação gráfica da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $AP_{Rel}$ nos T e NT dos INI	129
Figura 26 - Gráfico gráfica da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o PP nos T e NT dos INF	131
Figura 27 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o AP nos T e NT dos INF	131
Figura 28 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $PP_{Rel}$ nos T e NT dos INF	132
Figura 29 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $AP_{Rel}$ nos T e NT dos INF	132
Figura 30 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o PP nos T e NT dos INF	135
Figura 31 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Abs}$ e o AP nos T e NT dos INF	135
Figura 32 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $PP_{Rel}$ nos T e NT dos INF	135
Figura 33 - Gráfico da relação entre o $VO_{2Rel}$ e o $PP_{Rel}$ nos T e NT dos INF	135

**Lista de Abreviaturas**

ADP	-	Adenosina difosfato
AL	-	Ácido láctico
Alt	-	Altura
AP	-	Average power
AP <sub>Rel</sub>	-	Average power relativo
ATP	-	Adenosina trifosfato
b•min <sup>-1</sup>	-	Batimentos por minuto
Cr	-	Creatina
CrP	-	Creatina Fosfato
CA	-	Capacidade aeróbia
CAN	-	Capacidade anaeróbia
DP	-	Drop power
%DP	-	% Drop power
FC	-	Frequência cardíaca
FC <sub>B</sub>	-	Frequência cardíaca no teste Balke
FC <sub>Max</sub>	-	Frequência cardíaca máxima
FC <sub>W</sub>	-	Frequência cardíaca no teste Wingate
Idd	-	Idade
IMC	-	Índice de massa corporal
LAn	-	Liminar anaeróbio
LV <sub>E</sub>	-	Limiar ventilatório
LP	-	Lowest power
%MG	-	% Massa gorda
NT	-	Não treinados
PA	-	Potência aeróbia
PAN	-	Potência anaeróbia
P	-	Peso
PP	-	Peak power

PP <sub>Rel</sub>	-	Peak power relativo
T	-	Treinados
V <sub>E</sub>	-	Ventilação
VO <sub>2Max</sub>	-	Consumo máximo de oxigénio
VO <sub>2Abs</sub>	-	Consumo máximo de oxigénio absoluto
VO <sub>2Rel</sub>	-	Consumo máximo de oxigénio relativo
WAnT	-	Wingate anaerobic test

**Resumo**

O trabalho com jovens futebolistas deverá ser escudado em elevados níveis de conhecimento sobre as capacidades físicas e a forma como estas se desenvolvem nas crianças.

O objetivo do presente trabalho é de perceber se se observa a existência de especialização metabólica em jovens futebolistas pertencentes ao escalão de iniciados (idade: 13 a 15 anos) e infantis (idade: 10 a 12 anos).

Para responder ao objetivo definido, avaliou-se a potência aeróbia (PA) e a potência anaeróbia (PAN) de uma amostra constituída por 64 participantes. Destes, 11 eram praticantes federados infantis de futebol (idade:  $11,7 \pm 0,5$  anos; peso:  $44,1 \pm 6,9$  Kg; IMC:  $20,6 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>), e 21 participantes federados iniciados de futebol (Idade:  $13,9 \pm 0,7$  anos; Peso:  $54,9 \pm 10,6$  Kg; IMC:  $20,5 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>). O grupo de controlo era constituído por 11 participantes do escalão etário de infantis (Idade  $10,9 \pm 0,3$  anos; Peso  $40,1$  Kg  $\pm 7,3$ ; IMC:  $19,2 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) e 21 participantes do escalão etário de iniciados (Idade:  $13,9 \pm 0,8$  anos; Peso:  $58,9 \pm 11,7$  Kg; IMC:  $22,1 \pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>), mas sem prática desportiva federada.

A PA (protocolo de Balke modificado com análise direta de gases) e a PAN (protocolo Wingate para o trem inferior) foram avaliadas e comparadas entre grupos, assim como o nível de correlação entre as variáveis aeróbias e as variáveis anaeróbias (SPSS 20.0).

Os resultados verificados indicam que para o escalão de infantis o treino não é um factor conducente a uma superior PA e PAN entre os grupos mas que para o escalão dos iniciados a prática regular da modalidade produz efeitos sobre estas componentes.

No entanto, no que concerne há especialização metabólica, esta não se verifica em nenhum escalão embora se possa admitir que há indicadores de que esta se comece a manifestar no escalão de iniciados.

**Abstract**

The work with young footballers must be prepared and supervised with a profound knowledge about physical capabilities and the way these evolve on the youngsters.

The aim of this study is to understand if the metabolic specialization phenomenon that takes place in young footballers that belong to the beginners (age: 13 to 15 years old) and infants (age: 10 to 12 years old) stages.

To solve the problem an evaluation of the aerobic power (PA) and anaerobic power (PAN) were accessed on a sample composed by 64 participants. From those, 11 were practicing football at federated level as *infants* (age:  $11,7 \pm 0,5$  years; weight:  $44,1 \pm 6,9$  Kg; IMC:  $20,6 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>) and 21 were practicing football players at federated level as beginners (age:  $13,9 \pm 0,7$  years; weight:  $54,9 \pm 10,6$  Kg; IMC:  $20,5 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>). On the other hand, the control group was composed by 11 children (age  $10,9 \pm 0,3$  years; weight  $40,1$  Kg  $\pm 7,3$ ; IMC:  $19,2 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) and 21 children (age:  $13,9 \pm 0,8$  years; weight:  $58,9 \pm 11,7$  Kg; IMC:  $22,1 \pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>) without any federated practicing on any sport.

The PA (modified Balke protocol with direct gas analysis) and the PAN (Wingate protocol for legs) from the 4 groups were accessed and compared and after that the level of correlation between aerobic and anaerobic variables was measured (SPSS 20.0).

The results showed that for the infants the practice may not be a leading factor to a higher PA and PAN. However, for the beginners the regular practicing leads to an improvement of both physical capabilities.

Nevertheless, about metabolic specialization, there is no way to clearly say that it occurs on infants or on beginners, although we can admit the existence of indicators showing that metabolic specialization may be initiating on beginners.

## Resumen

Trabajar con jóvenes futbolistas requiere altos niveles de conocimiento acerca de las capacidades físicas y la forma en que estas evolucionan en los niños.

El objetivo de este estudio es comprender si se observa la existencia de especialización metabólica en jóvenes futbolistas pertenecientes al escalón de iniciados (edad: 13 a 15 años) y niños (edad: 10-12 años).

Para responder al objetivo definido, se evaluó la potencia aeróbica (PA) y la potencia anaeróbica (PAN) de una muestra de 64 participantes. De éstos, 11 eran niños jugando al fútbol federado (edad:  $11,7 \pm 0,5$  años; peso:  $44,1 \pm 6,9$  Kg; IMC:  $20,6 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>), 21 participantes federados iniciados de fútbol (edad:  $13,9 \pm 0,7$  años; peso:  $54,9 \pm 10,6$  Kg; IMC:  $20,5 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>). El grupo de control consistió en 11 participantes del grupo de edad de los niños (edad  $10,9 \pm 0,3$  años; peso  $40,1$  Kg  $\pm 7,3$ ; IMC:  $19,2 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>), y 21 participantes del grupo de edad de iniciados (edad:  $13,9 \pm 0,8$  años; peso:  $58,9 \pm 11,7$  Kg; IMC:  $22,1 \pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>), pero sin práctica de deportes federados.

La PA (protocolo de Balke modificado con análisis de gases) y PAN (protocolo de *Wingate* para el tren inferior) fueron evaluados y comparados entre los grupos, así como el nivel de correlación entre las variables aeróbicas y anaeróbicas (SPSS 20.0).

Los resultados verificados indican que para el nivel de los infantiles el entrenamiento no es un factor que conduce a una mayor PA y PAN entre los grupos. Pero para el nivel de los iniciados la práctica regular de la modalidad inicia al afectar los componentes aeróbicos y anaeróbicos.

Sin embargo, en relación a la especialización metabólica, esta no aparece en ningún nivel (iniciados o infantiles), aunque se puede admitir que hay indicadores de que debe comenzar a manifestarse en los iniciados.

## Résumé

Le travail avec des jeunes footballeurs demande un haut niveau de connaissance sur les capacités physiques et la façon dont elles se développent chez les enfants.

L'objectif de cette étude est de comprendre si l'on observe l'existence de spécialisation métabolique chez les jeunes footballeurs appartenant aux échelons des initiés (âge: 13-15 ans) et aux enfants (âge: 10-12 ans).

Pour répondre à l'objectif, nous avons évalué la puissance aérobie (PA) et la puissance anaérobie (PAN) d'un échantillon de 64 participants. Parmi ceux-ci, 11 étaient des joueurs de football enfants fédérés (Âge:  $11,7 \pm 0,5$  ans; Poids:  $44,1 \pm 6,9$  kg; IMC:  $20,6 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>) et 21 participants fédérés de l'échelon initiés de football (Âge:  $13,9 \pm 0,7$  ans; Poids  $54,9 \pm 10,6$  Kg; IMC  $20,5 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>). Le groupe de contrôle était constitué par 11 participants de l'échelon enfants (Âge:  $10,9 \pm 0,3$  ans; Poids:  $40,1$  Kg  $\pm 7,3$ ; IMC:  $19,2 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) et 21 participants de l'échelon initiés (Âge:  $13,9 \pm 0,8$  ans; Poids:  $58,9 \pm 11,7$  Kg; IMC:  $22,1 \pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>), mais sans pratique sportive fédérée.

Le PA (protocole de Balke modifié avec l'analyse directe des gaz) et PAN (protocole Wingate pour le train inférieur) ont été évalués et comparés entre les groupes, ainsi que le niveau de corrélation entre les variables aérobies et les variables anaérobies (SPSS 20.0).

Les résultats vérifiés indiquent que pour le niveau de formation enfant l'entraînement n'est pas un facteur menant à une PA et PAN supérieure entre les groupes, mais pour l'échelon initié la pratique régulière de la modalité a un effet sur ces composants.

Cependant, en ce qui concerne la spécialisation métabolique, celle-ci ne se vérifie pas quel que soit l'échelon, même si l'on peut admettre qu'il existe des indicateurs que cela commence à se manifester dans l'échelon initié.

**Capítulo I**  
**Introdução**



## **1. – Introdução**

O documento que se apresenta foi produzido no âmbito do Curso de Doutorado em Ciências do Desporto pela Universidade da Madeira (UMA). A sua elaboração completa o processo iniciado para a obtenção do grau académico de Doutor.

Este trabalho tem por objetivo produzir e divulgar conhecimento científico inerente ao meio académico e que seja útil também aos profissionais da área do futebol, especialmente para os técnicos que intervêm junto dos escalões de formação mais jovens, nomeadamente iniciados (INI: 13 a 15 anos) e infantis (INF: 10 a 12 anos).

Para a sua realização foi definido um problema e realizada uma pesquisa bibliográfica de fundamentação e que permitisse a recolha de informação sobre o tema. Essa recolha de informação permitiu a elaboração de uma metodologia de intervenção para que se encontrasse resposta ao problema colocado, se discutisse os resultados obtidos e daí se tirassem as devidas conclusões.

O trabalho desenvolvido é agora apresentado para discussão pública e avaliação, devendo a sua divulgação ser contínua para que a informação e conhecimento científico produzidos sejam amplamente difundidos.

No presente capítulo, pretende-se descrever o problema de estudo identificado, definir claramente o objetivo e a sua pertinência, indicando, por fim, a organização geral do documento.

## **2. – Apresentação do Problema**

O sucesso de uma intervenção adequada, junto dos praticantes desportivos, está fortemente dependente do conhecimento adquirido por parte de quem planeia e conduz o processo de treino (Lloyd, Colley e Tremblay, 2010; Rowland, 2009). Assim sendo, é pertinente colocar a questão, relativamente aos jovens futebolistas: o que se sabe sobre os metabolismos energéticos?

Uma pré-análise de documentação científica, realizada na procura de informação sobre metabolismos energéticos em crianças e o seu funcionamento, conduziu a um artigo de reflexão de Rowland (2002), que colocava em evidência o assunto da especialização metabólica nos adultos mas que se interrogava se esta mesma especialização se evidenciava nos jovens.

Resumindo essa reflexão, o autor elabora um raciocínio baseado num facto: de que no alto rendimento desportivo, é normal que os praticantes das mais variadas modalidades, apresentem um elevado grau de especialização, tanto ao nível da sua morfologia, como ao nível da sua funcionalidade fisiológica. Esta especialização reflete-se no volume muscular, nos índices de força, na velocidade de execução, na coordenação muscular e na otimização do rendimento dos metabolismos energéticos - aeróbio e anaeróbio (Rowland, 2002).

No entanto, o desenvolvimento da pesquisa levou à compreensão de que a especialização não se fica unicamente pelos metabolismos energéticos podendo-se verificar ao nível morfológico através do volume muscular; ao nível neurológico no que concerne à coordenação motora e velocidade de execução; ao nível cognitivo relativamente ao reconhecimento e reação aos estímulos visuais, auditivos e sensitivos; e ao nível energético quanto à utilização mais eficaz do sistema aeróbio, anaeróbio e da sua alternância em determinadas modalidades (Bangsbo, 1993; Bar-Or, 2004; Fernandes, 2006; Heyward, 2006; Mendez-Villanueva *et al.*, 2010; Parlebas, 1981).

E nos jovens? Poder-se-á observar ou verificar a existência de especialização a estes níveis? Poder-se-á falar da existência de uma especialização afeta aos metabolismos energéticos e à utilização de energia, por parte do organismo, na realização de atividade física?

A obtenção da resposta a estas perguntas torna-se fundamental para uma eficaz adaptação e orientação do processo de treino, por parte dos profissionais que lidam com os jovens atletas, para que os exercícios e o seu planeamento contemplem uma adequada e eficaz metodologia que não influencie negativamente o desenvolvimento energético dos jovens praticantes. Embora não se negue a existência de muita informação sobre o funcionamento geral do organismo dos jovens praticantes, ainda existe falta de dados relativa aos metabolismos energéticos e à forma como estes se desenvolvem ao longo do processo de crescimento (Mota, Almeida, Santos, Ribeiro e Santos, 2009).

Ainda assim, alguns dados começam a ser divulgados em estudos realizados e publicados (Fernandes, 2006; Mendez-Villanueva *et al.*, 2010) abordando o tema dos metabolismos energéticos e a área da especialização metabólica. Porém, estes estudos focam-se, na sua maioria, na fase pré-pubertária havendo falta de informação sobre as idades em que muitos dos jovens atletas já se encontram na puberdade.

Desta forma coloca-se o seguinte problema:

***- Serão os indivíduos, praticantes federados da modalidade de futebol, pertencentes ao escalão de iniciados e infantis, especializados metabolicamente?***

Neste caso, coloca-se a questão em função do escalão (INI: 13 a 15 anos; INF: 10 a 12 anos) e não em função da idade biológica, do nível maturacional, uma vez que a organização federativa dos escalões de formação, tem unicamente em conta a idade cronológica dos atletas, apesar de a literatura descrever que nem sempre a idade cronológica é compatível com o nível de maturação, de desenvolvimento físico e crescimento dos sujeitos (Figueiredo, Silva, Cumming e Malina, 2010).

## **2.1. – Objetivo do Estudo**

São objetivos deste estudo:

➤ Realizar uma avaliação e caracterização da antropometria, do metabolismo aeróbio e do metabolismo anaeróbio dos praticantes da modalidade de futebol, dos escalões iniciados (idd: 13 a 15 anos) infantis (idd: 10 a 12 anos) do clube Núcleo Sportinguista de Rio Maior.

➤ Realizar uma avaliação e caracterização da antropometria, do metabolismo aeróbio e do metabolismo anaeróbio de participantes não praticantes de qualquer modalidade federada (idd: 13 a 15 anos; idd: 10 a 12 anos) da Escola Básica de Santa Catarina da Serra e Escola Básica Fernando Casimiro.

➤ Comparar os grupos ao nível da sua prestação, nos testes de potência aeróbia (PA) e de potência anaeróbia (PAN) para compreender se o treino e a prática regular de exercício são um fator conducente à evolução dos metabolismos energéticos nestas idades;

➤ Comparar os dois escalões ao nível da prestação nos testes de PA e PAN para compreender os efeitos da idade e da maturação sobre os metabolismos energéticos e à possível condução de especialização metabólica

➤ Avaliar a relação das variáveis dos dois testes;

➤ Responder à questão – *Serão os indivíduos, praticantes federados da modalidade de futebol, pertencentes ao escalão de iniciados e infantis, especializados metabolicamente?*

### 3. – Pertinência do Estudo

A falta de informação sobre os níveis de especialização metabólica, nos jovens desportistas e a importância do conhecimento, sobre esta área, são dois aspetos que conferem pertinência a estudos sobre esta temática (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010) havendo necessidade de se compreender até que ponto o trabalho aeróbio, anaeróbio e o planeamento do mesmo, é viável, no sentido da evolução dos metabolismos energéticos em jovens que não concluíram a puberdade.

Outro fator relevante para a realização do presente trabalho, relaciona-se com a importância da utilização de ferramentas como a avaliação e controlo na prática desportiva de jovens atletas. Através destas ferramentas, os profissionais podem garantir uma melhor intervenção na formação desportiva dos mais jovens, agindo em função do seu conhecimento sobre as etapas de crescimento, podendo planear a sua ação de forma mais adequada (Lloyd *et al.*, 2010).

Pretende-se assim verificar se há ou não razões científicas que defendam a aplicação de grandes volumes de treino, com o objetivo de trabalhar determinado metabolismo energético, nos escalões etários mais jovens, na modalidade de futebol.

Sabe-se que as capacidades metabólicas – a aeróbia e a anaeróbia – não se desenvolvem em simultâneo até à sua expressão máxima nos humanos, sendo que os atletas de elite representam o expoente máximo do que foi agora dito. Por estão razão nunca se verifica um maratonista a ganhar a prova dos 100 metros e um sprinter a ganhar uma maratona (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010). Mesmo nas modalidades desportivas coletivas, como o futebol, apesar dos metabolismos energéticos serem solicitados de forma alternada, durante a prestação desportiva competitiva ou no treino, estes não acabam por se desenvolver de forma igual, havendo um que se desenvolve mais do que o outro no atleta (Castelo, 2003; Rowland, 2005).

Nos jovens, contudo, quando se observa a sua prestação em provas de esforço em educação física ou nas suas brincadeiras do dia-a-dia, pode-se constatar que normalmente o mais rápido tende também a ser o mais resistente, o mais ágil e o mais coordenado (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010; Rowland, 2002) apresentando um perfil metabólico misto, apto a desenvolver-se tanto pela via aeróbia como pela via anaeróbia, havendo momentos em que ambas as vias se desenvolvem simultaneamente (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010).

Surge então a necessidade de se compreender em que tipo de trabalho se deve apostar, quando lidamos com jovens, ou seja, se vale ou não a pena investir tempo e recursos na melhoria das capacidades físicas (se daí resulta algum benefício quando trabalhamos a resistência em crianças que ainda não passaram pela puberdade) ou se o investimento pode e deve recair mais sobre os aspetos da execução técnica, lúdicos ou táticos (Castelo, 2003).

O conjunto de questões apresentadas conduziram à produção do presente trabalho, para que se possa compreender, não só o funcionamento orgânico e fisiológico do jovem atleta, mas também o caminho mais correto a adotar, quando se conduz e lidera um processo de treino que envolve o contacto com atletas do escalão de iniciados.

#### **4. – Estrutura e Organização**

O presente trabalho é apresentado ao longo de seis capítulos organizados da seguinte maneira:

- I. Introdução – onde se apresenta o problema, enquadrando o âmbito da investigação, os objetivos da mesma, a sua estrutura e a forma de apresentação;
- II. Revisão de Literatura – que expõe nível de conhecimento produzido sobre a temática dos metabolismos energéticos nos jovens e onde se apresenta o resumo de toda a informação recolhida e analisada durante o processo prévio de revisão de literatura;
- III. Metodologia – é o capítulo que apresenta os procedimentos realizados, os materiais utilizados e as escolhas que foram feitas ao nível metodológico (protocolos e tratamento estatístico utilizados);
- IV. Apresentação de Resultados – Apresentação objetiva dos resultados obtidos e do produto do seu tratamento estatístico por via descritiva e inferencial;
- V. Discussão de Resultados – Espaço em que os resultados obtidos são confrontados com os resultados apresentados pela literatura consultada, onde são feitas relações e interpretações dos dados obtidos com o conhecimento adquirido e se discutem possíveis justificações para os resultados obtidos;

VI. Conclusão – São retiradas as conclusões sobre as hipóteses previamente colocadas e as conclusões gerais sobre todos os dados obtidos. Neste capítulo são também expostas as sugestões para estudos futuros.

**Capítulo II**  
**Revisão de Literatura**



## 1. – Introdução

Conhecido o problema, ao longo deste capítulo, pretende-se fazer uma exposição do conhecimento obtido que sustente e fundamente a sua pertinência, a metodologia escolhida para a sua resolução e o que foi feito por outros autores noutros estudos, cujo tema de investigação aborde os metabolismos energéticos nos humanos, especialmente em crianças.

A pesquisa e aquisição de informação atualizada é fundamental para a produção de um trabalho credível, que efetivamente contribua para o avanço do conhecimento científico. A pesquisa científica deve ser fomentada para se definirem novos marcos significativos do conhecimento do corpo humano e do seu modo de funcionamento (Rowland, 2011).

Desta forma, torna-se fundamental conhecer os metabolismos energéticos antes de falar da sua especialização ou conhecer os protocolos de teste desses metabolismos antes de se iniciarem as recolhas propriamente ditas.

Analisando a questão de uma perspetiva prática, também se pode defender que a condução de programas de treino ou de exercício, por parte de treinadores ou técnicos, seja escudada por um conhecimento profundo sobre as populações com que se trabalha e como os seus metabolismos reagem ao exercício. Pode-se evitar assim, a aplicação de exercícios que não produzam o efeito desejado, podendo causar danos e que no fim levam à ausência de resultados e desperdício de tempo.

Para a realização do presente estudo, várias horas foram dedicadas a avaliar o “estado da arte”, fazendo uma recolha exaustiva sobre o tipo de modalidade que é o futebol, que necessidades energéticas devem ser supridas durante a sua prática, como é obtida essa energia e o funcionamento dos metabolismos energéticos solicitados, a forma como estes metabolismos podem ser testados/avaliados e dentro do tipo de estudo aplicado qual a melhor forma de avaliar e processar os dados recolhidos para que se possa retirarem conclusões.

Pretende-se, assim, garantir uma fundamentação teórica que suporte as práticas que serão realizadas, dando credibilidade ao estudo, e produzir novo conhecimento que auxilie os técnicos desportivos na sua prática profissional e na evolução dos seus atletas.

## 2. – O perfil energético do futebolista

De uma maneira geral, pode-se caracterizar o futebol como um desporto coletivo que coloca em oposição duas equipas que realizam ações contrárias (ataque ← → defesa), em colaboração entre os seus elementos e oposição com os adversários, com elevada variabilidade, imprevisibilidade e aleatoriedade de ações, no qual as equipas em confronto disputam objetivos comuns, lutando para gerir em proveito próprio o tempo e espaço (Castelo, 2003; Garganta, 1997).

A característica particular da sua prática, como a impossibilidade de jogar a bola com as mãos, torna ainda mais imprevisível o desenvolver das atividades, sendo utilizadas técnicas acíclicas de intensidade variada, que estão diretamente relacionadas com as funções específicas dos atletas no modelo de jogo adotado pelo treinador. Tais factos levam Bangsbo (1993) a afirmar que o futebol, ao nível biológico e energético, se caracteriza pela execução de esforços maioritariamente aeróbios, alternados com momentos anaeróbios de alta intensidade e curta duração, presentes nas ações onde a velocidade de execução tem que ser elevada para que uma das equipas se possa sobrepor à outra (Santos & Soares, 2002).

No mesmo sentido, Santos (1995) fala da variabilidade das técnicas utilizadas e do perfil acíclico da modalidade, referindo as ações intensas perto do centro do jogo (a bola) e das zonas de finalização e as ações de menor intensidade nos momentos de pausa ou quando o atleta está longe do centro do jogo.

Esta é então uma modalidade complexa, onde as situações de desequilíbrio são causadas pelas mudanças de ritmo – o que lhe confere o perfil acíclico – que implicam a participação de sistemas energéticos distintos (Santos & Soares, 2002). Contudo, apesar da maior predominância do metabolismo aeróbio durante o período de jogo, o futebol é considerado um desporto intermitente, uma vez que o esforço das tarefas é partilhado pelos colegas de equipa, e de alta intensidade, nos momentos de atividade individual na busca do desequilíbrio adversário (McMillan, Helgerund, McDonald e Hoff, 2005).

Em média um jogador realiza um *sprint* a cada noventa segundos, com a duração de dois a quatro segundos, numa distância que normalmente é inferior a trinta metros. Se contextualizarmos este tipo de ações num jogo de noventa minutos, podemos compreender que as atividades intensas existem mas, são de curta duração, precedidas de períodos de baixa intensidade relativamente longos (Stolen, Chamari, Castagna e Wisloff,

2005; Helgerund, Rodas, Kemi e Hoff, 2011; Wisloff, Castagna, Helgerund, Jones e Hoff, 2004), sendo esta a razão para a modalidade ser considerada de esforço intermitente.

Mas sendo o futebol uma atividade coletiva e de oposição entre elementos de equipas contrárias, é necessário compreender que a intensidade das ações não é caracterizada por *sprints* livres de oposição. Muitas das ações de alta intensidade referidas implicam contacto físico, em corrida, proteção de bola e mudanças de direção e sentido (Hoff & Helgerund, 2004).

Os momentos de alta intensidade são aqueles que causam maior fadiga, através de processos que serão melhor descritos nos capítulos seguintes. Contudo, os efeitos negativos do cansaço e fadiga têm de ser minimizados para que os sujeitos possam realizar novo *sprint* ou participar numa ação intensa, seja ela defensiva ou ofensiva. Para tal a recuperação durante o jogo é importante sendo aí que o metabolismo aeróbio é fundamental (Helgerund *et al.*, 2011).

O metabolismo aeróbio, por ser o mais solicitado, adquire uma elevada preponderância, pois é recorrendo à energia oxidativa que os atletas realizam a maioria das suas atividades chegando a percorrer entre oito a doze quilómetros durante o jogo (Aslan *et al.*, 2012; Helgerund *et al.*, 2011; Hoff & Helgerund, 2004; Wisloff *et al.*, 2004). Pode-se afirmar que quanto maior for a sua aptidão aeróbia, maior será a capacidade de realizar estas distâncias ou até superiores a uma intensidade mais elevada (Wisloff *et al.*, 2004). Este pode ser considerado o metabolismo de suporte energético fundamental para uma partida de futebol (Santos & Soares, 2002) sendo importante que o treino contemple uma abordagem que também permita desenvolver uma melhoria da performance aeróbia (Balsom, 2001).

De uma maneira geral, pode-se então afirmar que o futebol é um jogo que se desenvolve a um ritmo muito variado, com a intensidade a oscilar entre o mínimo e o máximo, com os esforços a dividirem-se entre a utilização de dois metabolismos energéticos, que atuam alternadamente em dados momentos e que se complementam noutros (Aslan *et al.*, 2012; Bangsbo, 1993; Helgerund *et al.*, 2011; Hoff & Helgerund, 2004; Matos & Winsley, 2007; Santos & Soares, 2002; Soares, 2000; Wisloff *et al.*, 2004).

O futebol caracteriza-se pela sua longa duração, onde o atleta:

- Realiza deslocamentos à velocidade máxima, com os *sprints* a ocorrerem em média de noventa em noventa segundos, com uma duração de dois a quatro segundos;
- Percorre entre 8-12 km, sendo raro realizar mais de 30 m consecutivos em *sprint* e em que mais de metade não chega aos 10 m;
- Realiza mais de 90% das suas ações, sustentado pelo sistema energético oxidativo;
- Efetua passes, remates, cabeceamentos e saltos com diversos graus de força estática ou dinâmica;
- Tende a reduzir a intensidade geral na segunda parte do jogo devido à acumulação de fadiga.

Helgerund *et al.* (2011) e Hollman (1981) referem também que a evolução da modalidade e do atleta está na origem do aumento:

- do volume de corrida;
- do ritmo geral do jogo;
- das disputas de bola corpo a corpo;
- da importância do jogo aéreo;
- do número de variações bruscas de ritmo (alternância), adaptadas para surpreender o adversário;
- de espaço de intervenção, contrastando com a redução do tempo disponível para manobrar a bola (maior pressão do adversário).

Estas características têm um custo energético, tendo o organismo que recorrer aos seus recursos para satisfazer as necessidades energéticas inerentes à prática desportiva desta modalidade ou de outras.

### **3. – Recursos energéticos**

O nível e resultado da performance desportiva resultam de um processo complexo de vários fatores (Saavedra, Escalante & Rodriguez, 2010). As características do futebol supranumeradas exigem que o atleta, na realização da(s) sua(s) tarefa(s), seja ativo, dinâmico e que se movimente praticamente durante os noventa minutos que dura o jogo (Castelo, 2003). Esta deslocação e a sua intensidade está fortemente condicionada

pela disponibilidade energética do atleta e pela sua capacidade orgânica de produzir energia para a contração muscular.

As especificidades da modalidade, como as dimensões do campo e duração do jogo, levam a que haja intermitência na intensidade dos movimentos e das ações, colocando em *stress* tanto o metabolismo aeróbio como o metabolismo anaeróbio. Estes são vias através das quais os atletas obtêm energia para o desempenho da sua atividade, sendo que o metabolismo aeróbio serve de base para a grande maioria das ações, enquanto o metabolismo anaeróbio é solicitado nos momentos de decisão.

Ao longo deste ponto serão abordados os metabolismos energéticos, o seu nível de intervenção, a sua importância e momentos em que são solicitados para que se clarifique o seu papel no período que dura o jogo.

### **3.1. – Metabolismo aeróbio – metabolismo base**

Para se compreender a importância e funcionamento do metabolismo aeróbio na prática desportiva, especialmente no futebol, deve ter-se a noção de que este é uma via, através da qual, os organismos vivos obtêm energia para a realização de várias atividades, desde as mais básicas às mais complexas (Guidone, Ianniello, Ricciardi, Zotta & Parente, 2013).

A aptidão aeróbia caracteriza o nível de eficiência do metabolismo aeróbio de um organismo. Esta pode ser definida como a sua capacidade de consumo de oxigénio ( $VO_2$ ), ou seja, pelo valor a que as células desse organismo utilizam o oxigénio para a produção de energia (Vinet, Nottin, Lecoq & Obert, 2002).

Durante a atividade física de longa duração, o consumo de oxigénio é fundamental para a produção de energia sendo que quase 90% do ATP (adenosina trifosfato) é formado através da glicólise aeróbia durante a oxidação dos átomos de hidrogénio libertados nos estágios iniciais da glicólise (Guyton & Hall, 2006).

Assim sendo, o consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2Max}$ ) é utilizado como um indicador do nível da capacidade aeróbia dos seres humanos (Chavda *et al.*, 2013; Fenster, Freedson, Washburn & Wllison, 1989; Loftin, Sothern, Warren & Udall, 2004) e também para, noutros casos, detetar fatores de risco, quando se avalia a saúde dos pacientes em hospitais, por exemplo (Tsiaras, Zafeiridis & Dipla, 2010). Quando um indivíduo atinge o seu  $VO_{2Max}$ , significa que alcançou a sua máxima capacidade de captação, transporte e

consumo de oxigénio, numa unidade de tempo (Fernandes, 2006) e este indicador é reconhecido como a melhor forma de avaliar o metabolismo aeróbio (Akkerman *et al.*, 2010).

Pode-se compreender que os valores mais elevados de  $VO_{2Max}$  indicam muito provavelmente duas coisas: um bom funcionamento do sistema cardiorrespiratório e uma elevada capacidade de consumo de oxigénio ao nível das células musculares, na produção de energia (Bar-Or, 1996). Por esta razão, o  $VO_{2Max}$  é considerado o parâmetro mais importante para a avaliar a capacidade aeróbia (CA), por refletir a capacidade do coração, em colaboração com os pulmões e com o sangue, de levar oxigénio aos músculos que se encontram em atividade (Chavda *et al.*, 2013; Heyward, 2006; Loftin *et al.*, 2004).

A CA determinada nos jovens pelo “ $VO_{2Max}$  pico” e na população adulta pelo  $VO_{2Max}$ , é um fator importante na avaliação do nível da saúde das pessoas. Está comprovada a relação entre um baixo  $VO_2$  e a prevalência de algumas doenças ou estado de saúde mais debilitado. Especialmente nas crianças, valores baixos de  $VO_{2Max}$  podem indicar a existência de problemas cardíacos, enquanto nos adolescentes pode ser indicador de problemas cardíacos na vida adulta (Hermansen, Bugge, Froberg & Andersen, 2011).

Contudo, a importância do  $VO_{2Max}$  não se limita a permitir determinar a CA. A sua expressão máxima permite compreender também a potência aeróbia (PA) dos sujeitos sendo que a diferença entre a CA e a PA reside no facto de a primeira ser a expressão máxima, sobre a qual um indivíduo consegue realizar exercício sem ultrapassar o limiar anaeróbio (LAN) e a segunda a expressão máxima ou “valor pico” de consumo de oxigénio (Bangsbo, 1993; Heyward, 2006; Rowland, 2005).

Desportivamente, na perspetiva do treinador, conhecer o  $VO_{2Max}$  e como este pode ser influenciado, é fundamental para avaliar as respostas metabólicas dos indivíduos ao exercício físico, assim como para controlar o processo de treino e os seus efeitos nos indivíduos (Weston, Gray, Schneider & Gass 2002). Quanto mais elevado for o  $VO_2$  de um atleta maior é a sua capacidade de percorrer uma grande distância a uma intensidade superior (Helgerund, 2011). Por outras palavras, os indivíduos que atingem um  $VO_2$  pico mais elevado, tendem a ser os mesmos que obtêm prestações aeróbias melhores (Akkerman *et al.*, 2010).

Por ser uma variável mensurável que tem em conta unidades de tempo, geralmente medidas por minuto, o  $VO_{2Max}$  pode ser expresso, em termos absolutos, nas expressões  $L \cdot \text{min}^{-1}$  ou em  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ . Mas, se a avaliação contemplar o peso dos sujeitos, ou seja, se, por exemplo, for feita uma relação entre o  $VO_{2Max}$  e o peso dos sujeitos, os

valores são expressos em  $L \cdot kg \cdot min^{-1}$  ou  $mL \cdot kg \cdot min^{-1}$  sendo normalmente utilizada a segunda expressão (Baptista & Sardinha, 2006; Fernandes, 2006; Heyward, 2006).

Em qualquer um dos casos, o valor desta variável permite conhecer a capacidade de transporte de oxigénio para as células musculares por parte do coração, pulmões e sangue, assim como a capacidade e nível de utilização desse oxigénio, por parte dos músculos (Heyward, 1997).

Sendo uma variável importante, pelas diversas razões já apontadas, a determinação do  $VO_{2Max}$  pode ser feita de forma direta ou de forma indireta, existindo vários protocolos determinados e aprovados, sendo que uns são mais exatos do que outros (Tsiaras *et al.*, 2010).

### 3.1.1. – Métodos de avaliação

Os testes físicos e metabólicos são muito utilizados, tanto para a investigação médica, como para a avaliação e controlo do treino e, em muitos casos, para investigação científica. No caso do metabolismo aeróbio que já foi amplamente testado, a variável de  $VO_{2Max}$  é a mais estudada (ACSM, 2006; Akkerman *et al.*, 2010; Armstrong, Welsman & Chia, 2001; Fernandes, 2006; Heyward, 2006; Rowland, 2005; Tsiaras *et al.*, 2010).

Para a população adulta, a maioria dos protocolos utilizados são de esforço máximo, especialmente quando se avaliam atletas e indivíduos condicionados (com boa condição física). Para populações especiais normalmente os testes são de esforços submáximos (ACSM, 2006; Bar-Or e Rowland, 2004; Rump, Verstappen, Gerver & Hornstra, 2002).

Os testes máximos são realizados até os sujeitos atingirem fadiga, sendo esse um dos critérios de interrupção do teste (ACSM, 2009, Heyward, 2006). Nos testes submáximos, os sujeitos são submetidos a determinado nível de esforço e, a partir daí, calcula-se a sua capacidade máxima partindo dos seguintes pressupostos (ACSM, 2000):

- A cada patamar de esforço, existe um momento de “*Steady-state*” até ser ultrapassado o limiar anaeróbio, sendo então o último patamar o correspondente ao do  $VO_{2Max}$ ;
- Uma relação linear entre a frequência cardíaca (FC) e a exigência do esforço;

- A FC máxima para uma determinada intensidade de esforço é uniforme;
- A eficácia de transporte de oxigénio (O<sub>2</sub>) é igual para todos os sujeitos.

Contudo, em qualquer um dos tipos de teste deverão ser tidos em conta os critérios de interrupção dos mesmos. Desta forma a bibliografia sugere que os testes devem ser interrompidos mediante (ACSM, 2006; Bar-Or, 1996; Heyward, 2006):

- Qualquer sinal de dor ou problema cardíaco;
- Tonturas, fraqueza, perda acentuada da coordenação, cianose, náusea;
- Ritmo cardíaco não responde às mudanças de esforço solicitadas;
- Mudanças/Oscilações drásticas no ritmo cardíaco;
- O sujeito que pede para interromper o teste;
- Manifestação física ou verbal de fadiga severa;
- Falha do equipamento de teste.

Nos atletas, os testes de esforço podem ser aplicados no terreno ou em laboratório, sendo que, quando se recorre ao laboratório, é normalmente utilizada uma passadeira (Rump *et al.*, 2002). A avaliação pode também ser feita de forma direta através de análise de gases (espirometria) ou de forma indireta, com recurso a fórmulas previamente estabelecidas que normalmente têm em conta a distância ou tempo de corrida realizada pelo sujeito estudado (Baptista & Sardinha, 2004; Heyward, 2006; Tsiaras *et al.*, 2010).

Os testes máximos de avaliação indireta levam os sujeitos ao limite da sua capacidade, sendo aplicada uma fórmula pré-estabelecida ao tempo ou patamar de esforço que o indivíduo atingiu, para ser determinado o seu VO<sub>2Max</sub> (ACSM, 2000; Tsiaras *et al.*, 2010).

De qualquer forma, será importante ter consciência que as técnicas que envolvem espirometria (diretas) são mais precisas, pois é feita uma avaliação dos gases inspirados e expirados (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e da variação da sua concentração no momento da inspiração e da expiração. Já as formas de avaliação indireta têm validade comprovada embora o erro padrão esteja presente (ACSM, 2006; Armstrong & Barker, 2009; Heyward, 2006; Rowland, 2005; Tsiaras *et al.*, 2010).

Apesar da recolha direta por espirometria ser mais precisa, existem aspetos a considerar. A análise de gases avalia a composição dos gases inspirados e expirados, estimando então a quantidade utilizada ao nível celular. Assim sendo, esta avaliação pode

sempre sofrer influência do espaço morto anatómico, que representa o ar que não faz parte na troca gasosa com o sangue por ficar retido no nariz, boca, traqueia e em outras parcelas sem ter a possibilidade de chegar aos alvéolos. O volume de ar aqui representado é, para a maior dos indivíduos, entre 150 a 200 mL, valores esses que tendem a aumentar com a idade. Uma vez que no momento da expiração este é o ar que se encontra mais perto do ambiente exterior, acaba por causar limitação na remoção de dióxido de carbono expirado por reduzir a quantidade de gás que sai por também ficar retido neste espaço (Reis, Carneiro, Aidar & Silva, 2006). Ainda assim, a validade deste método está amplamente documentada (Duffield, Dawson, Pinnington & Wong, 2004; Fernandes, 2006; Pinnington *et al.*, 2001; Rump *et al.*, 2002).

Pode-se afirmar que este tipo de avaliação (espirometria) é um método direto de recolha dos gases inspirados e expirados mas que pode não espelhar exatamente o nível de consumo de oxigénio ao nível celular, sendo importante reconhecer as suas limitações.

Apesar de ser o método mais preciso de análise, quando comparado com as técnicas de avaliação indireta, a espirometria requer a utilização de aparelhos de elevado custo monetário e o domínio da utilização deste mesmo material, desde a sua preparação, calibração e momento de recolha propriamente dita (Tsiaras *et al.*, 2010).

Seja em laboratório ou no terreno, com recurso a espirometria ou técnicas de cálculo indireto, os testes que se utilizam para avaliar o metabolismo aeróbio devem ser progressivos (Heyward, 2006). Desta forma, assegura-se a progressividade da intensidade do exercício, permitindo ao corpo, ao organismo e sistemas que os compõem uma adaptação gradual ao esforço. Permite-se assim que o  $VO_{2Max}$  real seja alcançado, impedindo a solicitação do metabolismo anaeróbio, o condicionamento do transporte de oxigénio pelo sangue ou que se atinja a fadiga local muscular antes da fadiga cardiorrespiratória entre outros aspetos que condicionam o transporte e consumo máximo de oxigénio (Andreacci, Haile & Dixon, 2007; Armstrong & Chia, 2001; Paterson, Cunningham & Bumstead, 1986; Rasoilo, 2001; Santos & Soares, 2002).

A progressividade dos testes está também relacionada com a necessidade de se alcançar o estado de “*steady-state*”. Este é o momento em que o corpo alcança um equilíbrio entre a intensidade do estímulo (exercício) e a satisfação das necessidades metabólicas, pelo ajuste da frequência cardíaca (FC), da ventilação ( $V_E$ ) e do aporte e transporte de oxigénio pelo sangue para os músculos em atividade. Se o exercício não for progressivo, torna-se difícil determinar os momentos de ajuste fisiológico em que a adaptação máxima é alcançada, ou seja, quando é atingido o estado de “*plateau*”

(Heyward, 2006; Rowland, 2005; Bar-Or 2004; Sargeant, 1989; Bar-Or, 1996). Por outras palavras, é o momento em que o organismo atinge o valor máximo das variáveis indicadas e mantém o seu equilíbrio mesmo perante o aumento da intensidade do exercício (Akkerman *et al.*, 2010).

Esse aumento de intensidade é então “combatido” com recurso ao metabolismo anaeróbio e quando tal acontece é ultrapassado o limiar anaeróbio (ASCM, 2006; Fernandes, 2006; Rowland, 2005). Tal origina o aumento da acidez sanguínea afetando a capacidade de transporte do oxigénio pelo sangue, levando o sujeito, em determinado momento, a entrar em fadiga (Akkerman *et al.*, 2010) por processos que serão explicados mais à frente.

Assim sendo, podem ser referidos como critérios utilizados para determinar o alcance do  $VO_{2Max}$ , o momento em que se atinge o estado de *plateau*, a frequência cardíaca (FC) deixar de aumentar, em resposta ao aumento da intensidade, o lactato sanguíneo superior a  $8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , o rácio respiratório (R) superior a 1,5 (Heyward, 2006) ou mesmo o aumento da  $V_E$  sem haver um aumento real do  $VO_{2Max}$  (Svedahl & MacIntosh 2003).

De qualquer forma, será necessário entender que nem todos os sujeitos reagem de forma semelhante ao exercício, sejam eles não treinados ou treinados. Há indivíduos que não atingem o estado de *plateau* (Akkerman *et al.*, 2010; Tan, Yang & Wang, 2010) de forma clara e aqueles em que dificilmente se consegue verificar o alcance desse estado. A bibliografia (Williams & Wilkins, 2006) sugere que, nestes casos, seja considerado o valor pico de  $VO_{2Max}$ , ou seja, o valor mais alto verificado durante o teste (Loftin *et al.*, 2004).

Contudo, seja o  $VO_{2Max}$  determinado de uma forma ou de outra, quando se avaliam os dados obtidos por espirometria, é necessário compreender e interpretar os dados absolutos e os dados relativos (Baptista & Sardinha, 2006).

### **3.1.2. – Consumo máximo de oxigénio: análise dos dados**

De uma maneira geral, os dados de  $VO_{2Max}$  podem ser analisados de duas formas: valores absolutos e valores relativos. A primeira refere-se ao consumo total de oxigénio, em litros, mantido pelo sujeito por unidade de tempo, em minutos, sendo a sua descrição refletida na expressão  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$  (Armstrong & Welsman, 2001; Heyward, 1997). A

segunda relativiza esse consumo, avaliando-o em função do peso do sujeito, ou seja, expressando o consumo por cada quilograma de massa corporal, em cada minuto, sob a expressão  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Fernandes, 2006; Heyward, 2006; ACSM, 2009).

Os valores absolutos são importantes, por exemplo, quando se pretende avaliar o crescimento dos sujeitos, uma vez que, com este, aumentam as necessidades de  $\text{O}_2$  causando o aumento do  $\text{VO}_2$  absoluto (Bar-Or, 1996). O mesmo autor lembra que os valores absolutos são também um bom indicador do estado geral do sistema aeróbio e do desempenho cardiorrespiratório.

Ambos os dados absolutos e relativos de  $\text{VO}_2$ , têm a sua importância quando se pretende avaliar a CA de um indivíduo. Contudo, o que se pretende ao relativizar consumo de  $\text{O}_2$ , em função do peso, é minimizar o papel que este tem quando se comparam indivíduos. Por exemplo: um sujeito robusto e de elevada estatura tem normalmente um consumo de oxigénio maior do que um indivíduo de baixa estatura, pois, por ter mais volume corporal, maior é a quantidade de  $\text{O}_2$  necessário para oxigenar o organismo. Mas coloca-se a seguinte questão: em termos relativos, tendo em conta o seu peso, será que os indivíduos têm diferenças? Não poderá o indivíduo mais baixo consumir mais oxigénio por quilograma do que o indivíduo mais alto?

Para evitar estas questões e “eliminar” a variável peso, colocando todos os sujeitos no mesmo patamar de igualdade, a bibliografia sugere que se avaliem e comparem sujeitos, utilizando como referência o  $\text{VO}_{2\text{Rel}}$ , ajustando o  $\text{VO}_{2\text{Abs}}$  à massa corporal de cada sujeito. Neste caso avalia-se o consumo não em L mas em mL (Baptista & Sardinha, 2006), evitando a avaliação dos resultados à milésima de unidade, não retirando expressão e força aos valores verificados que seriam sempre uma parte ínfima do valor global (Heyward, 1997).

Como exemplo deste ajustamento pode-se referir que uma pessoa com 100 Kg e um  $\text{VO}_2$  de 4 L/min apresenta um  $\text{VO}_2$  absoluto superior ao de uma pessoa de 60 Kg com um  $\text{VO}_2$  de 3 L/min. Todavia em termos relativos a pessoa menos pesada apresenta um consumo de  $\text{O}_2$  superior:

Se: 1L = 1000 mL

$$\text{Indivíduo A: } \frac{4000 \text{ mL/min}}{100\text{Kg}} = 40 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{Indivíduo B: } \frac{3000 \text{ mL/min}}{60 \text{ Kg}} = 50 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Outro aspeto a considerar relativamente ao peso, é que este representa uma determinada carga, na execução de um dado exercício. Assim sendo, um sujeito com 100 kg terá sempre uma carga associada superior à de um sujeito com 60 kg, durante o esforço. Também por essa razão, para que todos fiquem em pé de igualdade, é aconselhável relativizar os resultados de consumo de oxigénio por kg, pois os sujeitos mais pesados consumirão sempre mais O<sub>2</sub> em termos absolutos que os sujeitos mais leves, por estarem sujeitos a uma carga superior, mas poderão consumir menos por cada quilo (Rump *et al.*, 2002).

Pode-se então compreender, pelos parágrafos transcritos, que o VO<sub>2Max</sub> pode e deve ser analisado em termos relativos, quando se comparam sujeitos, especialmente quando estes apresentam composições morfológicas distintas. O mesmo se aplica quando se comparam crianças com adultos ou mesmo crianças com morfologias muito variadas (van Praagh, 1998).

### 3.1.3. – Resposta cardiorrespiratória ao exercício

Apesar da ênfase dada à importância que o parâmetro do VO<sub>2</sub> apresenta na avaliação do metabolismo aeróbio, acontece que esse consumo só se verifica por haver uma resposta cardiorrespiratória aos estímulos, por parte do organismo. Conhecer essa resposta, os seus mecanismos de ativação e como o VO<sub>2</sub> pode ser afetado, torna-se fundamental para melhor compreender o funcionamento do corpo humano.

Há, por parte do corpo humano, uma busca constante pelo equilíbrio, sendo esse equilíbrio conhecido como “homeostasia do organismo” (Espanha, Correia, Pascoal, Silva & Oliveira, 2001; Koch & Britton, 2008). Perante um dado estímulo, desencadeia-se uma “luta” permanente, através de um conjunto de respostas fisiológicas, quer seja em repouso quer em atividade física, para que os efeitos do estímulo sejam contrariados, colocando os constituintes do corpo humano em harmonia novamente (Baptista & Sardinha, 2006; Espanha *et al.*, 2001).

A busca deste equilíbrio pode ser a vários níveis, solicitando diversos sistemas. Por exemplo, a contração muscular exige energia para que possa ter lugar, mas por sua

vez, a queima de energia gera libertação de calor, tendo os sistemas, de imediato, que suprimir as necessidades energéticas e arrefecer o organismo (Kosh & Britton, 2008).

A título de exemplo, já todos nós sentimos, ao começar uma atividade física, todas as respostas que o corpo dá ao esforço, para fazer frente às necessidades levantadas pelo estímulo, desde a contração muscular necessária para haver movimento até à resposta fisiológica dos mais variados sistemas do organismo enquanto este está em *stress* (ACSM, 2006).

No caso do exercício físico e das suas exigências, estas recaem especialmente sobre o sistema cardíaco e respiratório (ACSM, 2009; Bangsbo, 1993; Baptista & Sardinha, 2006; Rowland, 2005). Não obstante estes serem dois sistemas distintos e com funções específicas, as suas atividades complementam-se, sendo o primeiro responsável pela circulação do sangue, pelas veias, artérias e capilares e o segundo pelas trocas gasosas entre o meio e organismo (Bar-Or & Rowland, 2004; Espanha *et al.*, 2001; Heyward, 2006; Rasoilo, 2001) tendo ambos a missão de oxigenar o organismo. A capacidade de resposta deste(s) sistema(s) e a sua condição são um poderoso indicador do estado de saúde dos indivíduos (Breithaupt, Colley & Adamo, 2012).

Dada a relação simbiótica entre os dois sistemas, eles tendem a ser conhecidos como um todo – o sistema cardiorrespiratório – sendo este aquele que apresenta a resposta mais ativa em exercício, influenciado pela alteração do funcionamento dos seus órgãos-chave, o coração e os pulmões (Rasoilo, 2001).

No momento em que se inicia uma atividade física verifica-se imediatamente um aumento do débito cardíaco, que origina um acréscimo de fluxo sanguíneo aos músculos em contração (Bar-Or & Rowland, 2004). Este aumento coincide com a elevação da FC que reage ao início do exercício ou com o aumento da intensidade de um exercício que já esteja a decorrer (ACSM, 2009; Heyward, 1997) sendo que esta resposta tende a alcançar um momento de equilíbrio, *steady-state*, que normalmente acontece ao fim de três minutos.

Esta resposta apesar de ter uma relação direta com o aumento da intensidade do exercício, vai só até a um determinado ponto, até à frequência cardíaca máxima ( $FC_{Max}$ ), mesmo que o exercício se torne mais vigoroso.

Compreende-se assim a relação existente entre a intensidade do estímulo e a resposta cardíaca que leva ao aumento do débito cardíaco. Este depende da FC e do volume sistólico e visa satisfazer a demanda de oxigénio que é exigida pelos músculos em atividade, para que estes obtenham energia através de processos oxidativos (Espanha

*et al.*, 2001). Esta reação é controlada pelos mecanismos locais de regulação do fluxo sanguíneo sendo que o aparelho respiratório também reage, desencadeando um conjunto de adaptações no sentido de ajustar a troca de gases respiratórios às necessidades metabólicas (Espanha *et al.*, 2001).

Enquanto todos estes processos têm lugar, praticamente em simultâneo, inicia-se a resposta respiratória, que se dá com maior foco nos pulmões, tendo por missão garantir as trocas gasosas com o meio (hematose), mas também regular a temperatura corporal, o PH do sangue, o controlo hídrico e os mecanismos de defesa do organismo. Grosso modo, os principais componentes são as vias respiratórias e os pulmões, sendo as trocas de gases feitas através da difusão entre as diferentes concentrações de gases dentro e fora do sangue, nos alvéolos pulmonares (Reis *et al.*, 2006; Couto & Ferreira, 2004).

Os pulmões são os locais destinados a trocas gasosas, através das suas estruturas e do contacto com o sangue, onde as transferências de oxigénio do ar alveolar para o sangue capilar alveolar ocorrem simultaneamente com a saída do CO<sub>2</sub> do sangue para o ambiente alveolar. A inspiração e expiração são processos passivos dos pulmões, já que estes não se movimentam, ficando esse processo a cargo do diafragma (Reis *et al.*, 2006).

A reação do sistema respiratório tem por objetivo combater o incremento súbito e por vezes de grande magnitude, dos valores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> no organismo causados pelo exercício físico. Para tentar contrariar esta subida, os sistemas de transporte de O<sub>2</sub> e de CO<sub>2</sub> aumentam também o seu nível de funcionamento para que ao fim de algum tempo se restabeleça o equilíbrio entre a respiração celular e pulmonar (Rasoilo, 2001).

Mas é a nível celular, mais concretamente nas células musculares, que ocorre o verdadeiro consumo de oxigénio, sendo que os valores verificados nas trocas gasosas só permitem estimar o que foi consumido pelas células, pela equação de Fick. Contudo, o VO<sub>2Max</sub> tende a não ser limitado pela capacidade respiratória, mas sim, por outras razões, como, pela capacidade de aporte e transporte de oxigénio pelo sangue (Rowland, 2005), pela capacidade de débito cardíaco (Wisloff *et al.*, 2004) e pela capacidade de se realizarem as trocas gasosas a nível dos alvéolos pulmonares e das células musculares (Akkerman *et al.*, 2010).

### **3.1.3.1. – Resposta cardíaca – frequência cardíaca**

Como referido nos parágrafos anteriores, a resposta cardiorrespiratória implica uma resposta do sistema cardíaco e do sistema respiratório. Neste ponto será melhor descrita a resposta cardíaca, que pode ser avaliada em função da FC.

O coração é, na verdade, formado por duas bombas separadas: o coração direito, que é responsável pela pequena circulação e o coração esquerdo, responsável pela grande circulação. Estes ciclos funcionam a uma dada frequência, que pode sofrer alterações pelos mais variados motivos (Guyton & Hall, 2006).

A FC cardíaca pode ser calculada sem recurso a aparelhos eletrónicos, bastando colocar a mão ao peito, sentir os batimentos e contá-los. Cada batimento corresponde a um ciclo cardíaco e pode ser contado por unidade de tempo, normalmente por minuto. Assim, no final da contagem descreve-se a FC de um sujeito em batimentos por minuto pela expressão  $b \cdot \text{min}^{-1}$  (Espanha *et al.*, 2001). Esses batimentos podem ser sentidos também na zona das carótidas ou em determinados pontos do pulso (Baptista & Sardinha, 2006; Guyton & Hall, 2006).

Tem-se então, através da FC, uma forma simples e eficaz para avaliar a intensidade do exercício (Tan *et al.*, 2010).

Este é o melhor indicador para controlar a intensidade do esforço, quando não se dispõem de materiais que permitam analisar outras variáveis fisiológicas. Tal deve-se ao facto de haver uma relação direta entre a intensidade do exercício e a FC até um determinado máximo, como já foi dito anteriormente (Baptista & Sardinha, 2006).

Mas Wilmore & Costill (1999) falam também das diversas dimensões da análise da FC, pois o objeto de estudo pode passar pela FC de repouso, que é aquela que se verifica quando o sujeito não está a realizar atividade física, pela FC em esforço que pretende avaliar o esforço cardíaco numa determinada intensidade de exercício, pela FC em esforço máximo que visa avaliar a resposta do coração num momento de alta intensidade e de exercício vigoroso ou mesmo pela FC em fases de recuperação entre momentos de esforço.

Ainda assim, os mesmos autores e outros (ACSM, 2006; Baptista & Sardinha 2007; Fernandes, 2006; Heyward, 2006; Rowland, 2005) referem que algumas características da FC devem ser levadas em conta. Por exemplo, a FC máxima tende a diminuir com o avançar da idade e torna-se fundamental ter em consideração este facto e estimar pelos valores máximos teóricos, antes de sujeitar os indivíduos a qualquer exercício ou protocolo, para que se tenha a noção quando a sua capacidade máxima de FC é alcançada dando-se a interrupção da atividade.

Wilmore e Costill (1999) referem que os valores de FC são amplamente usados como base de referência na maioria dos métodos de controlo de treino. Por isso, Alves (2002) afirma que esta variável é importante no controlo do treino, no terreno, pela sua simplicidade de obtenção e pela validade dos seus dados.

Contudo, os valores de FC não são permanentes, nem até para a mesma intensidade de exercício, uma vez que o treino, entre outros efeitos, tende a trazer uma maior eficiência ao músculo cardíaco (Alves, 2002). Isso mesmo reflete-se essencialmente na frequência cardíaca de repouso, em que os sujeitos treinados tendem a apresentarem valores mais baixos, depois de algum tempo de treino, quando comparado com o momento em que não treinavam, por haver uma melhoria da eficiência cardíaca (Wilmore & Costill, 1999).

Outro aspeto importante é a relação existente entre o sistema cardíaco e o respiratório. O conhecimento desta informação permite, a partir da FC, que se estime o nível de  $VO_2$ , uma vez que há uma relação linear entre o  $VO_2$  e a FC. Pode-se então, olhar para a FC como um indicador fidedigno da intensidade do esforço. Por exemplo, para um determinado aumento do  $VO_2$ , há um aumento de  $10 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , ao dobro desse  $VO_2$  corresponderá um aumento de  $20 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ . Neste caso diz-se que a avaliação do  $VO_2$  foi feita de forma indireta (Baptista & Sardinha, 2006) tendo este método validade desde que a FC não se encontre alterada devido a estados clínicos ou medicamentos (ACSM, 2006; Guyton & Hall, 2006).

A FC e os valores obtidos podem também ser influenciados por determinados fatores (Alves, 2002) que estão amplamente documentados:

- Idade → com o avançar dos anos a FC máxima diminui;
- Sexo → a FC é mais elevada no sexo feminino, comparativamente ao masculino, para idênticas intensidades de esforço;
- Ansiedades → estados de grande ansiedade aumentam os valores da FC;
- Tipo de Exercício;
- Posição do Indivíduo;
- Medicação;
- Cafeína;
- Tabaco;
- Hora do dia;
- Condições ambientais.

O controlo destas variáveis e a sua exclusão ou controlo sempre que possível é fundamental para podermos interpretar os valores de FC verificados numa recolha.

### **3.1.3.1.1. – Resposta cardíaca – cálculo e controlo da frequência cardíaca máxima teórica**

Pelas várias razões anteriormente enumeradas, é fundamental controlar a FC e, para tal, há que considerar dois aspetos: saber calcular a FC<sub>Max</sub> teórica de um indivíduo e conhecer os valores padrão para a população em estudo (Heyward, 2006).

Embora a FC<sub>Max</sub> seja considerada o valor de FC mais elevado verificado na realização de um exercício máximo, existem meios de cálculo que permitem estimar o valor teórico desta variável (Baptista & Sardinha, 2006)

Contudo, é importante não ignorar que estes métodos de cálculo indicam valores exclusivamente teóricos que devem ser levados em conta como limites acima dos quais a saúde dos praticantes está posta em causa.

Tal como já foi dito, há uma relação entre a idade e a FC<sub>Max</sub> teórica (ACSM, 2001) e é com base nesta relação que a maioria da bibliografia determina o valor desta variável na fórmula que agora se apresenta:

ACSM (2009):

$$FCMax = 206.9 - (0.67 \times idade \text{ em anos})$$

A revisão de literatura levada a cabo neste estudo conduziu a uma outra fórmula de cálculo estabelecida por Tanaka, Monahan e Seals (2001):

$$FCMax = 208 - (0,7 \times idade \text{ em anos})$$

As fórmulas de cálculo da FC máxima, sugeridas pelos autores revelam a preocupação dos investigadores sobre essa variável e da importância que esta tem nos estudos de âmbito desportivo.

Também no controlo do treino e da intensidade dos exercícios é uma variável importante de conhecer, pois sabendo o valor máximo, pode-se compreender a que percentagem da  $FC_{Max}$  correspondem os valores verificados nos atletas durante um determinado exercício de treino.

### 3.1.3.1.2. – Resposta Cardíaca – valores de referência da frequência cardíaca em treino

Determinar a  $FC_{Max}$  dos indivíduos, torna-se importante para compreender os limites dos sujeitos e a partir desse limite, determinar o nível de intensidade dos exercícios, através do controlo da FC durante o esforço.

Porém, enquanto o cálculo da  $FC_{Max}$  teórica tem na base um valor constante, a idade (exemplo: dois sujeitos de 26 anos têm a mesma  $FC_{Max}$  teórica) a FC em treino está relacionada com a intensidade que uma dada carga tem sobre cada indivíduo. Isto significa que dois indivíduos que corram a  $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  podem estar sujeitos a intensidades de esforço diferentes, podendo um estar a 60% da sua  $FC_{Max}$  teórica e o outro a 80% (Bangsbo, 1993; Castelo, 2003). O nível de intensidade é sempre considerado em relação ao valor teórico da  $FC_{Max}$  e daí a sua importância (Castelo, 2003).

Desta forma, Castelo (2003) definiu uma série de intervalos de FC e o nível de intensidade a que estes correspondem, que se apresentam na tabela 1.

**Tabela 1** – Zonas de intensidade de exercício e respetivos intervalos de FC correspondentes

Zonas	Tipo de Intensidade	Frequência Cardíaca
1	Baixa	120-150
2	Média	150-170
3	Alta	170-185
4	Máxima	Mais de 185

Conhecer estes valores é importante para um controlo eficaz do treino, permitindo perceber o impacto e a intensidade que os exercícios estão a ter nos atletas, partindo logo da ideia que aquilo que é um exercício submáximo para uns, pode estar a ser um exercício

máximo para outros, consoante a zona em que os indivíduos se situem (Bangsbo, 1993; Castelo, 2003).

Também para as recolhas em trabalhos de carácter científico, com recurso a cardiofrequencímetros, o conhecimento destas zonas é importante na monitorização do esforço dos atletas, pois, mesmo que estes indiquem que estão em condições de prosseguir o protocolo estipulado, o investigador pode sempre cancelar o teste, por o indivíduo ter atingido a zona 4, correspondente ao seu máximo. Esta ferramenta pode tornar-se importante quando se avaliam sujeitos que estão dispostos a superar os seus limites.

### **3.1.3.2. – Resposta pulmonar – ventilação**

A segunda parte da resposta cardiorrespiratória, a ser descrita, está relacionada com o processo de respiração pulmonar e celular, ou seja, pela troca gasosa entre os pulmões e o meio e, entre as células musculares e os glóbulos vermelhos.

A fase inicial das trocas gasosas realiza-se nos pulmões, mais concretamente ao nível dos alvéolos pulmonares. Estes estão cobertos por uma vasta rede de capilares sanguíneos e possuem paredes muito finas, compostas unicamente por uma capa de células epiteliais planas, pela qual as moléculas de oxigénio e dióxido de carbono passam com facilidade (Reis *et al.*, 2006) apresentando uma área de superfície de contacto entre 50 a 100 m<sup>2</sup> devido ao elevado número de alvéolos (Couto & Ferreira, 2004).

Reis *et al.*, (2006) refere também que a superfície dos alvéolos é húmida, com numerosas membranas que se encontram, sendo que o ATS (1991) refere que estas características variam com a idade, género, tamanho e composição corporal dos indivíduos, devendo a sua avaliação levar em conta estes aspetos.

As características específicas das paredes alveolares permitem que haja lugar às trocas gasosas entre os alvéolos e os capilares sanguíneos, deixando que o O<sub>2</sub> atmosférico passe para a corrente sanguínea e chegue aos músculos e para que o CO<sub>2</sub> seja expulso do organismo. De uma forma geral, tudo se resume a equilíbrios de pressões de gases entre os alvéolos e o sangue que por lá passa. Segundo McArdle, Katch e Katch (2002), a maior parte do oxigénio combina-se com a hemoglobina sendo que a quantidade que se associa a esse pigmento é determinada pela pressão de oxigénio (PO<sub>2</sub>) existente nos alvéolos (maior) e no sangue (menor). A PO<sub>2</sub> por sua vez é determinada pelo consumo celular de oxigénio e pela ventilação alveolar. Assim sendo, nas condições de alta PO<sub>2</sub> dos pulmões

a hemoglobina fica saturada e liberta esse O<sub>2</sub> onde a sua concentração é reduzida, ou seja, nos tecidos extra pulmonares. O mesmo autor dá o exemplo de que nos capilares que irrigam o músculo em atividade, a PO<sub>2</sub> é cerca de 20 mmHg e a hemoglobina liberta cerca de 65% do oxigénio associado.

As trocas acabam por realizar-se segundo as leis da física, através do equilíbrio dos gradientes de concentração de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> existentes nos tecidos e no sangue. Nesta troca de gases, o O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> ligam-se aos mesmos locais na hemoglobina, mas o CO<sub>2</sub> fá-lo com maior avidez. O CO<sub>2</sub> é produzido nos tecidos, sendo, aí, a sua pressão mais elevada que aquela que apresenta no sangue, onde há uma PO<sub>2</sub> mais elevada (Reis *et al.*, 2006). Dá-se então a troca, com as células musculares a serem oxigenadas e o sangue carregado de CO<sub>2</sub> que leva de volta aos pulmões. Há aí novamente lugar à troca de gases pelos processos descritos no parágrafo anterior.

Em condições normais, para cada ciclo respiratório (inspiração e expiração), são mobilizados cerca de 500 mL de ar, 12 a 16 vezes por minuto. São perto de 4 – 6 L de ar por minuto que entram nos pulmões de um adulto (Couto & Ferreira, 2004). Estes volumes de referência tendem a aumentar com a idade, seja em repouso seja em atividade física (Rowland, 2005). Isto aplica-se em termos absolutos, pois quando relacionada com a massa corporal, a V<sub>E</sub> é maior nas crianças e diminui com a idade, tanto em repouso como em exercício (Rowland, 2005; Bar-Or & Rowland, 2004).

O exercício físico é um dos maiores estímulos para que o processo respiratório se altere. A resposta respiratória modifica os níveis da V<sub>E</sub> que, por sua vez, desencadeia um aumento da circulação do ar nas vias respiratórias, para que este circule entre o meio exterior (atmosfera) e o meio interior (os pulmões), dando-se a hematose pulmonar (nos alvéolos). Este processo de resposta visa criar uma adaptação com o intuito de fazer frente às necessidades metabólicas do organismo, que são inerentes à atividade física (Espanha *et al.*, 2001) e é provocado pelo centro respiratório localizado no tronco cerebral que reage às informações dadas pelos diversos recetores existentes, tanto a nível periférico como a nível central (ACSM, 2009; Rowland, 2005).

De uma maneira geral, a V<sub>E</sub> representa o volume de ar inspirado e expirado por unidade de tempo, normalmente em litros por minuto, na expressão L•min<sup>-1</sup>. A movimentação do ar, no entanto, não é causada pelo movimento ativo dos pulmões mas sim pela sua expansão passiva causada pela contração do diafragma e elevação das costelas que levam a um aumento da cavidade torácica. Estes movimentos fazem com

que a pressão interpleural aumente, obrigando a que o pulmão siga a expansão torácica fazendo o ar circular (Couto & Ferreira, 2004; Espanha *et al.*, 2001).

Compreende-se assim que a  $V_E$  depende de vários fatores como a elasticidade do tórax, resistência e fricção exercida pela corrente aérea nas vias respiratórias, resistência ao deslizamento dos tecidos entre si e da força dos músculos respiratórios. O processo de expiração dá-se através do relaxamento dos músculos inspiratórios aumentando a pressão na caixa torácica obrigando os pulmões a libertar o ar (Couto & Ferreira, 2004; Espanha *et al.*, 2001; Reis *et al.*, 2006).

Relembrando que os valores de  $V_E$ , em condições normais, são de  $6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  pode-se referir que, em exercício, esta variável pode atingir os  $160 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  ou mesmo os  $200 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  em atletas treinados (Wilmore & Kawskell, 1972). Estes valores foram obtidos em testes de esforço com recurso a cicloergómetro.

As adaptações ventilatórias ao exercício físico resultam do aumento simultâneo da frequência e amplitude da respiração, apesar de, em atletas bem treinados, este aumento ser predominantemente atribuído ao aumento da amplitude respiratória (Espanha *et al.*, 2001).

Como o organismo tenta reagir à acumulação de  $\text{CO}_2$ , na corrente sanguínea introduzindo mais  $\text{O}_2$  e, em simultâneo, reduzindo o  $\text{CO}_2$ , por aumento da  $V_E$ , pode-se afirmar que existe uma relação diretamente proporcional entre  $V_E$  e a intensidade do exercício (ACSM, 2009). Esta reação contribui, também, para baixar os níveis de lactato no sangue e nos músculos (ACSM, 2009).

A descrição feita sobre os processos envolvidos na  $V_E$ , apesar de úteis, não explicam tudo sobre esta variável e sobre a respiração. Resumidamente, durante o exercício máximo, a  $V_E$  aumenta com a intensidade do exercício, não sendo esta variável um aspeto limitador do  $\text{VO}_{2\text{Max}}$ . Esta resposta ao exercício reflete os processos adotados pelo organismo para combater o excesso de  $\text{CO}_2$  nos músculos e no sangue, quando a intensidade do exercício é muito elevada (Armstrong & Welsman, 1993; Rowland, 2005). O que ainda não foi referido é que, esse aumento a dado instante pode atingir um limiar acima do qual a  $V_E$  aumenta de forma brusca. Os mesmos autores afirmam que muitos investigadores associam o limiar ventilatório com o limiar anaeróbio.

### **3.1.3.2.1. – Resposta pulmonar – limiar ventilatório e limiar anaeróbio**

O  $LV_E$  é definido como o momento em que a frequência respiratória é insuficiente para fazer frente às necessidades metabólicas do exercício, ou seja, o organismo não consegue alcançar o equilíbrio que procura. É atingido quando a intensidade do exercício é tal que o aumento da frequência respiratória se torna desproporcional relativamente ao aumento da potência colocada pelos músculos no exercício ou velocidade de deslocação durante um esforço (ACSM, 2006; Svedahl & MacIntosh 2003).

Neste momento, deixa então de haver uma relação linear entre a intensidade do esforço e a  $V_E$ , que aumenta bruscamente mesmo que a capacidade de transporte de oxigénio pelo sangue já esteja no máximo. Por esta razão diz-se que a  $V_E$  não é um aspeto limitador do  $VO_2$ , por se verificar o aumento da quantidade de ar ventilado, como resposta ao aumento da intensidade da tarefa, mas não é possível combater o acumular de  $CO_2$ , a demanda de energia oxidativa colocada pelos músculos em exercício e realizar a remoção do lactato sanguíneo (Bar-Or & Rowland, 2004) possivelmente pelas limitações existentes na capacidade de aporte e transporte de  $O_2$  pelos glóbulos vermelhos.

A referida acumulação de lactato (lact) no sangue, provoca uma acidose metabólica (Santos, 1991). É devido a esta acumulação que se dá a resposta ventilatória que, apesar de ser mais intensa, não se revela suficiente para suprir a necessidade de oxigénio que se verifica nos músculos, podendo-se determinar esse momento como aquele em que o indivíduo atingiu e ultrapassou o LAn (Sargeant, 1989). Atingido este momento, passa a ser solicitado o metabolismo anaeróbio para que, em conjunto com o metabolismo aeróbio, se possa atingir o equilíbrio entre a demanda energética dos músculos e a energia que é produzida pelo organismo, com a contrapartida de haver um aumento dos níveis de lactato no sangue (ACSM, 2000).

Dito de outra forma, quando se dá este aumento do lactato, numa magnitude tal que o organismo não o consegue remover, levando à sua acumulação, diz-se que o sujeito ultrapassou o seu LAn (Svedahl & MacIntosh, 2003).

Também Rowland (2005) define que quando a intensidade do exercício aumenta, existe um momento, a partir do qual, a produção de lactato ultrapassa a capacidade de remoção desta substância da corrente sanguínea. Este é o momento em que se diz que o indivíduo atingiu o LAn e em que o lactato começa a acumular-se no sangue. Em resposta a este aumento da concentração do lactato no sangue, dá-se um aumento da  $V_E$  que ainda assim não é proporcional às necessidades do metabolismo.

Este conjunto de ocorrências descrito explica o porquê de haver intensidades para as quais não existe uma resposta duradoura, havendo um momento em que ou a

intensidade baixa ou será atingido um ponto de rotura, em que a homeostasia não é alcançada levando o sujeito a ter que interromper a sua atividade (Wilmore & Costill, 1999).

Por outras palavras, o ACSM (2006) refere que o LAn coincide com o ponto em que a acumulação de lactato é superior à remoção do mesmo. Esta acumulação está relacionada com a ineficácia na relação “intensidade do exercício – chegada de oxigénio aos músculos” pois, a determinadas intensidades, os músculos precisam de mais oxigénio do que aquele que lhes chega, mesmo depois da frequência ventilatória aumentar para responder ao exercício.

Contudo, não se pense que o lactato (lact) se apresenta em concentrações elevadas assim que se dá início a uma atividade física, pois a sua acumulação depende da intensidade do trabalho e da capacidade individual de dar resposta a essa intensidade sem entrar em processos anaeróbios (Santos, 1991). O mesmo autor refere que há valores de lactato acumulado em exercício por vezes tão baixos como aqueles que se verificam em repouso.

Quimicamente, à medida que a carga funcional aumenta, o lact sanguíneo eleva-se progressivamente, tamponado pelo sistema de bicarbonato, sendo possível descrever este fenómeno a partir da seguinte equação (Charles & Heilman, 2005):



O íão de hidrogénio ( $\text{H}^+$ ) resultante da produção de AL, é responsável quer pela evolução do  $\text{H}_2\text{CO}_3$  quer pela do  $\text{CO}_2$  de acordo com a reação:



Como resultado do tamponamento do AL, a pressão parcial do  $\text{CO}_2$  ( $\text{PCO}_2$ ) e do  $\text{H}^+$  do sangue venoso capilar aumenta. Os mecanismos de controlo ventilatório tentam manter a homeostasia da  $\text{PCO}_2$  e do pH arterial, diminuindo o excesso de  $\text{CO}_2$  e de  $\text{H}^+$ , resultantes do tamponamento do AL, pelo aumento da  $V_E$ . Para intensidades de exercício acima do LAn, a razão da resposta ventilatória tem duas origens diferentes: uma é o aumento do  $\text{CO}_2$  metabólico resultante do metabolismo aeróbio; a outra, o excesso de  $\text{CO}_2$  gerado pelo tamponamento do AL. Assim, o aumento brusco de  $V_E$  que ocorre acima do LAn, resulta do excesso de  $\text{CO}_2$  e de  $\text{H}^+$ . Parece existirem evidências que sugerem que

são os corpos carotídeos que, estimulados pelo  $H^+$ , determinam o componente da resposta ventilatória aguda à acidose metabólica (Wasserman, 1986).

A enzima anidrase carbónica catalisa a transformação do ácido em  $CO_2$  e  $H_2O$  de modo que o  $CO_2$  é rapidamente formado evitando qualquer desequilíbrio entre o  $H_2CO_3$  e o  $CO_2$  (Jesus, 2007).

Pensa-se que esta rápida conversão ocorre tanto a nível celular como, essencialmente, ao nível do endotélio vascular do músculo (onde a concentração da anidrase carbónica é maior), sendo importante para que não haja a acumulação do  $H_2CO_3$  nem de  $H^+$  que irão comprometer os níveis de esforço através da inibição da contracção muscular como já citado nos capítulos anteriores.

Um dos métodos de deteção desta transição metabólica pode ser aplicado pela medição do lact arterial em intervalos frequentes. No entanto, esta análise representa uma forma de medição invasiva e dispendiosa, tendo surgido outras formas de medição indireta através da análise de gases (Tsiaras *et al.*, 2010; Wasserman & McIlroy, 1964).

Com o surgimento e evolução dos aparelhos de medição de gases e com a introdução de computadores que efetuam e analisam os cálculos e gráficos, é possível detetar de uma forma precisa o momento em que ocorre o  $LV_E$  durante um teste de incremento progressivo da intensidade de esforço (Beaver, Wasserman & Whipp, 1986; Weston *et al.*, 2002).

Santos (1991) refere que existe uma correlação significativa entre o  $LV_E$  com o  $LAn$  o que possibilita avaliar um através do outro, neste caso o  $LAn$  através do  $LV_E$ . O mesmo autor refere que esta avaliação acaba por ser um processo indireto e que pode ser comprometida pela ausência de um padrão ventilatório dos sujeitos quando estão perto do limiar.

Weston *et al.*, (2002) referem que o conhecimento desta relação permite-nos afirmar que o  $LAn$  é atingido quando a  $V_E$  pulmonar aumenta desproporcionalmente, relativamente às necessidades de  $O_2$  do organismo, quando o exercício é feito a determinada intensidade. Está comprovado que a  $V_E$  aumenta para fazer frente ao acumular de lactato verificado no organismo nos exercícios de alta intensidade e de curta duração de forma a eliminar o excedente de  $CO_2$  fazendo assim baixar o volume de lactato acumulado no sangue.

Wilmore & Costil (1999) explicam esse ponto de viragem, agora referido, pela seguinte fórmula química:



Messonnier *et al.* (2002) refere que a acumulação de lactato e iões H<sup>+</sup> inibem a capacidade de haver glicólise, que é a degradação do glicogénio muscular em energia através da formação de duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas de ATP, originando fadiga e incapacidade de manter a intensidade do esforço. O lactato acaba por baixar o PH do sangue, aumentando a sua acidez e a dos músculos, sendo a sua remoção fundamental.

Está amplamente documentado que o organismo funciona melhor quando consegue eliminar de forma mais eficaz o lactato, contribuindo para uma melhor performance durante o esforço, pois esta remoção contribui para a homeostasia nas células musculares protegendo-as do lactato (Messonnier *et al.*, 2002) e permite a retoma da prestação desportiva (Connolly, Brennan & Lauzon *et al.*, 2003).

Sargeant (1989) refere que quando se realizam testes com equipamentos que permitem avaliar e monitorizar as respostas fisiológicas dos sujeitos ao exercício (analisadores de gases), existe um critério fundamental para determinar quando é que o sujeito atingiu o limiar anaeróbio, verificando-se o seguinte:

- Um aumento da V<sub>E</sub> equivalente às necessidades de O<sub>2</sub> mas insuficiente para remover o CO<sub>2</sub>.

### 3.1.4. – Protocolos de teste para as variáveis aeróbias

Para a obtenção dos dados relacionados com o sistema cardiorrespiratório, que permitem a avaliação aeróbia dos sujeitos, existem vários protocolos (Chavda *et al.*, 2013). A bibliografia consultada refere a existência de testes em passadeira e em cicloergómetros (Loftin *et al.*, 2004). Em qualquer um dos casos os protocolos estão amplamente validados e podem ser dados os exemplos do *Balke Treadmill*, *Ramp Treadmill*, *Astrand maximal test*, *Fox cycle maximal test (cicloergómetro)* (Heyward, 2006; Harichaux & Medelli, 2006).

Estes testes têm associadas fórmulas de cálculo e de estimativa do VO<sub>2</sub>, sendo que essa determinação pode ser feita por método indireto. Contudo, como a maioria leva os sujeitos à exaustão, fica criada a possibilidade de se fazer uma avaliação com recurso a espirometria, obtendo assim o valor de VO<sub>2</sub> de forma direta, pela análise dos gases

inspirados e espirados (McVeigh, Payne & Scott, 1995). Uma das limitações da não utilização de espirometria durante a execução deste tipo de protocolos é que torna-se impossível determinar o valor de  $\text{VO}_2$  pico (Tsiaras *et al.*, 2010).

Mas esta variedade de testes implica que haja uma seleção cuidadosa do protocolo mais adequado para a população que se pretende avaliar (Akkerman *et al.*, 2010; Fenster *et al.*, 1989; Marinov, Kostianev, & Turnovska, 2003) e um conhecimento profundo do impacto que os protocolos têm sobre o sistema cardiorrespiratório.

Por exemplo, saber que os testes de passadeira permitem a obtenção de um  $\text{VO}_2$  mais elevado, quando comparados com os testes em cicloergómetros (Chavda *et al.*, 2013) torna-se relevante para se saber que com estes podemos ter valores de  $\text{VO}_{2\text{Max}}$  mais próximos dos valores máximos reais de consumo.

A existência de valores mais elevados de  $\text{VO}_2$  quando se realizam os protocolos em passadeira, quando comparados com os testes em cicloergómetros (Loftin *et al.*, 2004), deve-se ao maior volume de massa muscular exercitada quando se corre, em comparação com quando se pedala (Chavda *et al.*, 2013; Loftin *et al.*, 2004). Quanto mais massa muscular estiver em exercício, maior é o consumo de oxigénio por parte dos músculos (Rump *et al.*, 2002).

Também é necessário considerar outras limitações dos testes apresentados, como a intervenção do metabolismo anaeróbio em alguns momentos, especialmente nas mudanças de patamar de esforço, o papel desempenhado pela motivação e a técnica de corrida que varia de sujeito para sujeito e que nalguns casos não é a mais eficaz ou económica (Tsiaras *et al.*, 2010).

Chavda *et al.*, (2013) refere também que os testes de passadeira estão amplamente validados e são muito recomendados pela sua fiabilidade de resultados quando um mesmo sujeito repete o teste várias vezes e, por também, serem de fácil aplicação.

Mas existem também os testes no terreno. Em termos práticos, os testes em passadeira decorrem sempre no mesmo espaço, permitindo ao investigador acompanhar de perto o sujeito estudado e comunicar com este por intermédio de sinais gestuais sem interferir na sua prestação motora (Marinov *et al.*, 2003).

### **3.1.5. – O metabolismo aeróbio em crianças**

Numa perspetiva teórica, o funcionamento e avaliação do metabolismo aeróbio em crianças e adultos é semelhante, ou seja, o consumo de oxigénio e a sua avaliação

absoluta e relativa, a resposta cardiorrespiratória, as adaptações ao nível da ventilação, o aumento da FC e as fórmulas de cálculo da  $FC_{Max}$  teórica e as técnicas de avaliação são muito semelhantes.

Neste ponto e subpontos que se seguem pretende-se descrever as características específicas do funcionamento do metabolismo aeróbio nas crianças.

Relembrando que a avaliação do metabolismo aeróbio, CA e PA, se faz levando em conta o  $VO_{2Max}$ , pode-se afirmar que ambas estão amplamente documentadas quando se têm, como objeto de estudo, as crianças (Armstrong & Chia, 2001; Aslan *et al.*, 2012; Loftin *et al.*, 2004; Marinov *et al.*, 2003; Rowland, 2005; Sargeant, 1989; Stolen *et al.*, 2005).

Muitos estudos avaliaram o  $VO_{2Max}$  em jovens com recurso a espirometria, apesar de haver variedade nas técnicas, desde a utilização de aparelhos móveis e modernos como o Cosmed K4B<sup>2</sup> aos sacos de Douglas mais antigos, passando pelas câmaras de análise de gás (Armstrong *et al.*, 1991; Chamari, Ahmaidi, Fabre, Ramonatxo & Prefaut, 1995; Fernandes, 2006; Nevill, Rowland, Goff, Martel & Ferrone, 2004; Paterson *et al.*, 1986; Pianosi, Seargeant & Haworth, 1995; Reybrouck, Weymans, Stijns, Knops & Hauwaert, 1986; Rutenfranz *et al.*, 1990).

Mas a bibliografia recente (Balasekeran, Loh, Govindaswamy & Robertson, 2012; Fernandes, 2006; Ondrak & McMurray, 2006; Silva *et al.*, 2012; Zamparo *et al.*, 2008) apresenta muitos trabalhos desenvolvidos com recurso ao Cosmed K4B2. Muitos dos autores referem a sua portabilidade, tamanho, facilidade de manejo, fiabilidade e eficácia como razões para a sua utilização.

Independentemente da utilização ou não de espirometria e independentemente do aparelho usado, vários protocolos existem para a avaliação aeróbia em crianças tal como existe em adultos. Esses testes, quando realizados em laboratório para fins científicos normalmente são feitos com recurso a cicloergómetros ou bicicletas. O investigador deve estar consciente da diferença entre 7 e 11% nos valores de  $VO_{2Max}$  verificados na passadeira e no cicloergómetro, sendo que o primeiro apresenta valores mais elevados, em rapazes de 8 a 14 anos (Loftin *et al.*, 2004). De qualquer forma, o cicloergómetro é útil quando se avaliam jovens com obesidade, pois evita que entrem em fadiga muscular antes de atingirem a fadiga cardiorrespiratória (Tsiaras *et al.*, 2010)

Mas há um aspeto que muitas vezes é negligenciado pelos investigadores, que tem a ver com a adaptação dos testes à população estudada (Marinov *et al.*, 2003). O autor refere que a prestação do sujeito pode ser significativamente afetada se as cargas, a sua

progressão e a intensidade não forem devidamente acertadas, tendo em conta as especificidades dos sujeitos avaliados.

Lehman (1997) refere mesmo que no caso das crianças, como estas variam muito em termos de morfologia, peso, nível de coordenação, etc., o teste deve ser adaptado para que possam apresentar a sua verdadeira CA e PA.

Também o mito da não realização dos testes máximos em crianças foi desfeito no final da década de oitenta, com Fenster (1989) a afirmar que não havia razões para se fazerem testes submáximos quando as crianças podem ser levadas à exaustão por esforços máximos em segurança, desde que tenham os protocolos adaptados às suas capacidades.

Dos protocolos existentes os mais utilizados são o teste vaivém (McVeigh *et al.*, 1995), o protocolo de Balke adaptado (ACSM, 2006; Fernandes, 2006; Marinov *et al.*, 2003; Paraíso, 2007; Rowland, 1996) e o protocolo de Bruce adaptado (Marinov *et al.*, 2003).

### **3.1.5.1. – A resposta cardiorrespiratória em crianças**

Armstrong & Welsman (1993) afirmam que, durante o exercício, as crianças, assim como os adultos, experimentam uma resposta cardiorrespiratória que não difere muito no que toca aos sistemas, variando sim e, de forma considerável, na magnitude dessa mesma resposta devido às limitações, inerentes à idade, já citadas.

Também nas crianças as exigências do exercício físico recaem especialmente sobre o sistema cardíaco e sistema respiratório (ACSM, 2009; Bangsbo, 1993; Baptista & Sardinha, 2006; Rowland, 2005)

Relativamente ao primeiro, sabe-se que as crianças apresentam um menor volume de ejeção de sangue comparativamente com os adultos. Isto verifica-se tanto em repouso como em esforço devido ao menor tamanho do coração e ao menor volume total de sangue. Numa tentativa de compensação desta limitação, a resposta da criança, a uma determinada taxa de trabalhos submáximos, é mais elevada do que a verificada no adulto (Wilmore & Costill, 1999).

É expectável que durante o exercício os valores da FC, o volume de sangue a ser bombeado por minuto e os níveis metabólicos sejam diferentes dos valores apresentados durante o repouso. A FC aumenta com a intensidade do exercício nas crianças como acontece com os adultos (Rowland, 2005).

O volume de sangue debitado por minuto durante o exercício, pode ser três a quatro vezes superior ao que é apresentado em repouso. No entanto, por possuírem um coração de menores dimensões quando comparado com os adultos, as crianças têm menos volume de sangue a ser bombeado do coração. Para fazer frente a este problema, pois as necessidades metabólicas mantêm-se, o ritmo cardíaco aumenta de forma considerável (Bar-Or & Rowland, 2004).

Globalmente, a resposta cardíaca não difere muito entre adultos e crianças, mas a sua magnitude sim.

Abordando o segundo sistema, o sistema respiratório, este é influenciado pelo facto das crianças terem uma menor eficiência no transporte de  $O_2$ , pelo sangue, durante os exercícios submáximos e máximos quando comparado com os adultos. Quanto mais jovem o sujeito maior tem que ser a  $V_E$  para que a resposta seja mais eficaz e faça frente às necessidades metabólicas, pois existe uma menor eficiência nas trocas gasosas, um menor volume sanguíneo e uma menor eficácia no transporte sanguíneo (Armstrong & Welsman, 1993).

Os valores médios desta variável, em adultos, são amplamente conhecidos como variando entre os 150 e os 200  $L \cdot \text{min}^{-1}$ , em exercício, como já foi anteriormente referido. Nas crianças a bibliografia indica valores entre os 48 e os  $L \cdot \text{min}^{-1}$  e os 88  $L \cdot \text{min}^{-1}$  para indivíduos com idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos. Pitetti, Fernhall e Figoni (2002) referem valores de  $V_E$  de 69,4  $L \cdot \text{min}^{-1}$  numa amostra de 51 indivíduos enquanto, Fernandes (2006) indica valores de 88  $L \cdot \text{min}^{-1}$  numa amostra de futebolistas. Danis, Kyriazis e Klissouras (2003) descrevem valores entre 77,16 e 88,63  $L \cdot \text{min}^{-1}$  em jovens com idades compreendidas entre 11 e 14 anos. Anterior a estes estudos é o de Eynde, Vienne, Vuylsteke-Wausters e van Gerven (1998) que com rapazes de 14 e 15 anos verificaram valores entre os 75,3 e os 90,7  $L \cdot \text{min}^{-1}$ .

Este aumento da  $V_E$ , tal como acontece nos adultos, permite-nos afirmar que também nas crianças este não é um fator limitador do  $VO_{2\text{Max}}$ .

### **3.1.5.2. – Os valores referência de consumo de oxigénio em crianças**

Após a descrição feita acerca do metabolismo aeróbio, sobre o modo de funcionamento do organismo, quando pretende obter energia através do  $O_2$ , e sobre os métodos de avaliação, são agora apresentadas os dados recolhidos sobre a PA e a CA em crianças, com especial atenção para os valores de referência do  $VO_{2\text{Max}}$ .

Como já foi referido, a CA deste grupo está amplamente documentada (Armstrong, 2001; Helgerund *et al.*, 2011; Marinov *et al.*, 2003; Rowland, 2005; Sargeant, 1989; Stolen *et al.*, 2005; Stroyer, 2004). Assim que se inicia um estudo e uma revisão sobre as capacidades físicas das crianças, facilmente se encontram documentos sobre avaliações aeróbias.

Durante o seu crescimento, a CA evolui devido ao aumento direto do tamanho dos pulmões, músculos e do coração. Estes elementos influenciam fortemente a CA (Rowland, 2005). Existem também alterações metabólicas, como aumento da concentração de hemoglobina, que acontecem na infância (van Praagh, 1998).

Segundo Armstrong & Welsman (1993), as crianças têm uma menor eficiência no transporte de O<sub>2</sub> durante os exercícios submáximos e máximos quando comparado com os adultos. Quanto mais jovem o sujeito maior tende a ser a V<sub>E</sub> para que a resposta seja mais eficaz e faça frente às necessidades metabólicas pois existe uma menor eficiência nas trocas gasosas, um menor volume sanguíneo e uma menor eficácia no transporte sanguíneo.

No entanto há que levar em conta o VO<sub>2Rel</sub>, pois será natural o VO<sub>2Max</sub>, expresso em valores absolutos, ser sempre mais baixo nos mais jovens. Assim sendo, se compararmos o consumo de O<sub>2</sub> em termos relativos, rapazes adolescentes com adultos, deparamo-nos com valores similares (ACSM, 2000; Bar-Or, 1996).

Mas seja em valor máximo absoluto ou relativo, o investigador deverá levar em consideração o VO<sub>2Max</sub> pico, quando trabalha com jovens (Loftin *et al.*, 2004) devido à dificuldade que estes têm em atingir o estado de *plateau* (Akkerman *et al.*, 2010; Fernandes, 2006; Heyward, 2006; Bar-Or & Rowland, 2004) especialmente em idades compreendidas entre os oito e os dezassete anos (Loftin *et al.*, 2004).

Rowland (2005) refere que o “*Peak VO<sub>2</sub>*” em crianças não é significativamente diferente do VO<sub>2Max</sub> verificado nos poucos casos em que os indivíduos conseguem atingir o estado “*plateau*”. Tal facto faz com que o VO<sub>2</sub> pico possa ser considerado um forte indicador do VO<sub>2Max</sub> (Akkerman *et al.*, 2010).

Apresentam-se na tabela 2, os resultados de VO<sub>2Max</sub> verificados na bibliografia que aborda a CA em jovens entre os doze e dezassete anos de idade. O conhecimento destes valores permite ter uma referência que serve de ponto de comparação com os resultados obtidos num futuro estudo.

**Tabela 2** – Médias dos valores máximos de  $VO_{2Rel}$ , obtidos em indivíduos entre os 10 e 17 anos.

Autor	Ano	Idd (anos)	$VO_{2Rel}$ ( $mmL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )
Helgerund	2001	Sub 17	64,3
Stroyer	2004	14	58 a 65
Loftin	2004	12,5	21,5
Tsiaras	2010	14,9	53,58
McVeigh	1995	13,68	53,17
Eynde	1988	14 a 15	50,0
Danis	2003	11 a 14	53,94 a 57,49
Pianosi	1995	11 a 15	44,7 a 49,4
Patterson	1986	11 a 15	56,75 a 63,54
Armstron	1991	14,1	49,2
Klentrou	2003	14,3	53,3
Eastwood	2009	13,8	57,8
Marwood	2011	15,8	54,9
Fernandes	2006	11,27	54,39 a 57,61
Pietti	2002	10,5	49,4
Vinet	2002	10,8	43,3
Zafeiridis	2005	11,4	50,4
Adreacci	2007	10,2	40,7

Tsiaras *et al.* (2010) afirma num estudo publicado que os valores de  $VO_{2Max}$  entre 44 e 65  $mmL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  em jovens com idades compreendidas entre os 12 e 17 anos, podem ser considerados normais, embora defenda que quanto mais elevados estes forem, melhores são os indicadores relativamente à saúde e capacidade aeróbia dos sujeitos.

Loftin *et al.* (2004) refere que para indivíduos jovens, entre os 10 e os 17 anos, valore de  $VO_{2Max}$  inferiores aos agora indicados podem indicar insuficiência respiratória ou problemas cardíacos. Valores baixos de  $VO_{2Max}$  estão associados a problemas ou limitações ao nível do funcionamento normal do organismo (Marinov *et al.*, 2003).

Também existe uma elevada associação entre obesidade e baixa aptidão cardiorrespiratória (Fernandes, 2006; ACSM, 2006). Esta ideia pode ser sustentada por Loftin *et al.* (2004) que apresenta num estudo valores consumo máximo de oxigénio de 21,5  $mmL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  numa população de jovens com idades médias de  $12,5 \pm 2,8$  anos que eram obesos.

Todos estes estudos levaram em consideração o valor pico de  $VO_{2Max}$ , tendo recorrido a análises de gás.

### **3.2. – Metabolismo anaeróbio – metabolismo de decisão**

Mas o metabolismo aeróbio, não assume o papel de destaque no futebol. Embora seja o metabolismo base, aquele que é utilizado em 90% das ações e de ser importante na recuperação dos momentos de alta intensidade, é com recurso ao metabolismo anaeróbio que se realizam as ações de decisão (Bangsbo, 1993; Castelo, 2003).

O metabolismo anaeróbio tem grande influência na prestação desportiva, essencialmente nos jogos desportivos coletivos (Matos & Winsley, 2007). O termo anaeróbio advém da capacidade biológica e química que o organismo tem para renovar/ressintetizar ATP através de processos não oxidativos, ou seja, na ausência de oxigénio (Bar-Or, 1996).

Neste metabolismo, podem-se considerar dois tipos de esforços: os alácticos, com duração até dez e doze segundos e os lácticos, em atividades entre dez segundos e dois minutos (Harichaux & Medelli, 2006).

Este metabolismo é especialmente importante na fase inicial de exercícios intensos uma vez que quando se inicia uma atividade física as resposta aeróbia e cardiorrespiratória não são imediatas. O atraso entre o início da atividade muscular e a chegada do oxigénio aos músculos cria uma necessidade energética que tem de ser suprimida por via anaeróbia (Armstrong & Barker, 2009).

O exercício anaeróbio pode, então, ser descrito como breve, de elevada intensidade, que requer grande potência muscular e que se sustenta através de substratos glicolíticos e de creatina fosfato (CrP). Estas características fazem com que a utilização deste metabolismo não seja muito prolongada no tempo (Marjerrison, Lee & Mahon, 2007).

A produção de força mecânica depende fortemente da potência muscular e da velocidade de contração dos músculos. Esta potência e velocidade de contração, por sua vez, depende muito dos níveis de energia que conseguem obter rapidamente para o seu funcionamento “explosivo” (Rankovic, Radovanovic & Rankovic, 2007; van Praagh, 2000) sendo importante o metabolismo anaeróbio por ser capaz de produzir energia na ausência de oxigénio.

Compreende-se melhor o parágrafo anterior se se tiver noção de que, normalmente, os primeiros vinte segundos de esforço são realizados em anaeróbia, apesar de haver uma resposta cardiorrespiratória quase imediata (Breese *et al.*, 2010).

Quando, por qualquer razão, há necessidade de realizar um movimento explosivo e de alta intensidade (i.e.: escapar a uma ameaça ou partida para um sprint) a contração muscular é realizada pelas fibras brancas, que têm uma elevada quantidade de ATP disponível e poucas mitocôndrias, tendo capacidade de se contraírem na ausência de oxigênio. Contudo, o seu tempo de contração é limitado às reservas de ATP e de CrP (Rankovic *et al.*, 2007).

Em todos estes processos tem grande importância o sistema neuromuscular que vai desencadear o estímulo nervoso para a contração das fibras e essa contração será tanto maior quanto for esse estímulo. Também, quanto maior for a velocidade e potência da contração, maior será a força produzida a nível externo (van Praagh, 2000).

Mas quando se fala na contração muscular, com recurso ao metabolismo anaeróbio, há que ter em conta duas vertentes que são a potência anaeróbia (PAN) e a capacidade anaeróbia (CAN). Estas estão relacionadas com a capacidade de o organismo realizar um esforço máximo e explosivo, no caso da PAN, e com a capacidade de manter a sua atividade anaeróbia e nível de intensidade do trabalho pelo maior tempo possível, no caso da CAN. A primeira, normalmente verifica-se nos primeiros 3 a 5 segundos de contração muscular enquanto a segunda pode durar cerca 30 segundos (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996), sendo que a tendência é para a partir deste momento já começar a haver alguma colaboração do sistema aeróbio (Breese *et al.*, 2010).

De um ponto de vista energético e da produção de energia para a contração muscular, a PAN corresponde à quantidade máxima de ATP utilizado por segundo, pelo organismo, durante um exercício de elevada intensidade e de curta duração, enquanto a CAN corresponde à quantidade máxima de ATP ressintetizado pelo organismo, durante um exercício de curta duração e alta intensidade (van Praagh, 2000).

Pode-se então afirmar que quanto mais elevada for a CAN de um indivíduo, maior será a possibilidade de este manter, por mais tempo, uma elevada intensidade de trabalho (Andreacci *et al.*, 2007). Nakamura & Franchini (2006) também referem que a quantidade de reserva intramuscular de CrP será determinante para a PAN e a reserva de CrP e de glicogénio muscular será a fundamental para CAN.

Por outras palavras Arslan (2005) refere que a potência anaeróbia pode ser definida como a capacidade do atleta transformar a energia não oxidativa e a contração

muscular interna em energia externa. A PAN é um requisito fundamental para uma boa performance desportiva que exija a realização de esforços de curta duração e de alta intensidade.

Ao longo dos últimos parágrafos várias vezes foi referida a importância do ATP e da CrP. Basicamente, é a através da degradação do primeiro que o organismo obtém energia e através do segundo que essa energia é colocada novamente à disposição do organismo, pelos processos que agora se descrevem (Rowland, 2005).

Rowland (2005) refere que a energia necessária para a realização de atividades, de curta duração e de alta intensidade, vem das reservas de ATP-CrP que estão armazenadas no músculo. A mesma ideia foi sublinhada por Sargeant (1989) que referiu a importância dos fosfatos energéticos (ATP-CrP) e da glicólise anaeróbia.

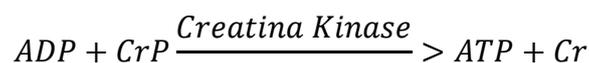
Após um exercício de alta intensidade e de curta duração, o organismo necessita que haja uma reposição do ATP utilizado. Essa reposição é fundamental para que volte a haver contração muscular e está fortemente dependente da quantidade de CrP disponível nos músculos (Connolly *et al.*, 2003).

Observando o que foi dito de um ponto de vista químico, van Praagh (1998) refere que a energia que é fornecida, de forma imediata ao músculo, aparece então na divisão do ATP (disponível nos músculos) em ADP+P. Essa divisão é causada por uma ação enzimática da ATPase:



A força produzida estará fortemente dependente do fornecimento de ATP para a contração muscular (van Praagh, 2000) e a fórmula acima descrita representa o processo energético desencadeado nos primeiros momentos de esforço em que já existe ATP disponível que é logo utilizado na contração muscular.

No entanto, para que continue a haver energia disponível para a contração, o músculo precisa novamente de ATP. Este é resintetizado através do ADP, resultante da operação anterior, e da CrP armazenada nos músculos, que será degradada, por ação da enzima creatina kinase, facultando o fosfato necessário para que o ADP volte a ser ATP. Todos estes processos desenvolvem-se na ausência de oxigénio e num curtíssimo espaço de tempo:



Theodorou *et al.* (2005 cit. Casey *et al.*, 2000 e Leenders *et al.*, 1999) refere que embora ainda não se conheça profundamente o mecanismo que eleva a capacidade muscular de um músculo com uma grande reserva de creatina, há claras evidências (em estudos feitos e que são apresentados pelo autor) de que esta substância facilita a ressíntese do ATP através do catabolismo da CrP durante os exercícios anaeróbios de alta intensidade e de curta duração. Eckerson *et al.* (2005) afirma que é bem conhecida a importância da CrP na manutenção de atividades físicas de alta intensidade. Afirma igualmente que muitos atletas de desportos de elevada intensidade e de grande predominância anaeróbia, conscientes deste facto, ingerem suplementos que contêm creatina.

Mas os processos agora descritos representam a fase inicial do esforço, mais concretamente a vertente aláctica do metabolismo anaeróbio. Muito dificilmente o organismo obtém a sua energia por esta via para além dos dez a doze segundos pois, segundo a bibliografia, são necessários cerca de três minutos para que organismo possa repor entre 90 a 95% do ATP utilizado (Chaouachi *et al.*, 2011; Connolly *et al.*, 2003).

Como a CAN aláctica é escassa, para que continue a haver energia e contração muscular, dá-se lugar aos processos não oxidativos lácticos, ou seja, à vertente láctica do metabolismo anaeróbio. Esta tem um potencial maior, que pode durar até 2 minutos, sendo que a energia é obtida através da degradação do glicogénio muscular para a formação de ATP. Contudo, este processo, que é realizado através da glicólise, tem a contrapartida de produzir também lactato (Rowland, 2005; van Praagh, 1998; Zafeiridis *et al.*, 2005)

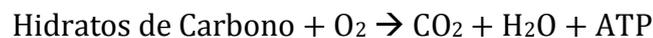
Quando as reservas de CrP se esgotam, o organismo vai utilizar outro modo de ressintetizar o ATP (Rowland, 2005). Assim sendo, o ATP continua a ser ressintetizado agora através da glicólise anaeróbia, na qual o glicogénio muscular é dividido na ausência de oxigénio libertando lactato e ATP (van Praagh, 1998). Esta última fonte de energia origina a produção de lactato no músculo e conseqüente aumento da sua concentração no sangue:



Marjerrison *et al.*, (2007) refere, por este motivo, a importância da ingestão antecipada de hidratos de carbono antes da prática de exercício de alta intensidade. Desta forma é possível fazer uma manutenção dos níveis de glicogénio muscular, aumentando a sua reserva, uma vez que este é de grande importância nos exercícios anaeróbios.

É devido à produção deste lactato que o se dá o nome de via anaeróbia láctica. Esta produção é responsável pelo aumento da concentração de iões de hidrogénio, que está fortemente associado à fadiga muscular (van, Praagh 1998), à diminuição do pH sanguíneo e consequente aumento da inibição da capacidade de contração muscular (Connolly *et al.*, 2003).

Quando todos estes processos se encontram esgotados, quando a concentração de lactato é muito elevada e o indivíduo é obrigado a diminuir a intensidade do esforço e a energia passa a ser obtida por via oxidativa (van Praagh, 1998) que promove a ressíntese de ATP de forma continuada com recurso ao oxigénio:



Resumidamente, segundo Chicharro *et al.* (2004), pode-se dizer que:

- o sistema de ATP-CrP é fundamental para atividades de curta duração e elevada intensidade, pois disponibilizam energia de forma imediata;
- o sistema glicolítico anaeróbio é o pilar das atividades com duração de 10 segundos a 2 minutos e de elevada intensidade;
- o sistema aeróbio para atividades com duração superior a 3 minutos e intensidade média.

Desta forma quando se começa uma atividade física, a energia é obtida por três processos diferentes, à medida que se prolonga no tempo (Harichaux & Medelli 2006). Estas fontes energéticas não são solicitadas de forma isolada, havendo a utilização de mais de um sistema energético durante a atividade física sendo um claramente predominante (Chicharro *et al.* 2004). Por exemplo, num esforço de alta intensidade e de curta duração pode haver uma margem entre 9 a 19% da energia obtida por via oxidativa (Kavanagh & Jacobs, 1988).

Também há uma alternância entre os sistemas utilizados, especialmente nas modalidades desportivas coletivas. Desta forma, quando há um aumento da intensidade do exercício em que o  $VO_2$  não é suficiente para suprir os requisitos energéticos do momento, verifica-se o aumento da participação do metabolismo anaeróbio.

Esta solicitação dos metabolismos vai surgindo à medida que se vai instalando a fadiga, ou seja, à medida que o sujeito vai perdendo a capacidade de realizar trabalho por redução ou perda da capacidade de produzir força (Armatas *et al.*, 2010). A fadiga pode ser causada pela perda de energia e pelo aumento da acidez no sangue que estão relacionados com a incapacidade de haver contração muscular (Chicharro *et al.*, 2004).

Por exemplo, quando um sujeito parte para corrida, ao máximo da sua capacidade física e velocidade, nos primeiros doze segundos irá utilizar as reservas energéticas (ATP) disponíveis no organismo e utilizar as reservas de CrP para voltar a ter energia e continuar em *sprint*. Ao fim desse tempo, a intensidade da corrida ainda se mantém por algum tempo mas a fonte energética já é maioritariamente o glicogénio muscular que se degrada, fornece energia e produz lactato durante mais dois minutos. Contudo, quando a produção de lactato atingir um nível tal que inibe a contração muscular, o indivíduo ou para ou baixa o ritmo da corrida e prolonga a atividade recorrendo ao metabolismo aeróbio que também irá contribuir para a remoção do lactato. Mas, se ao fim de algum tempo o sujeito voltar a dar mais um *sprint*, a energia necessária será obtida por recurso ao metabolismo anaeróbio (diz-se que o sujeito atingiu uma intensidade tal que ultrapassou o seu LAn) que vem fazer face à demanda de energia e auxiliar o metabolismo anaeróbio, sem que este auxílio se possa manter muito alongado no tempo.

De uma maneira geral, o parágrafo anterior explica como se complementam os metabolismos energéticos numa atividade desportiva coletiva.

### **3.2.1. – Métodos de avaliação do metabolismo anaeróbio**

Ao longo da pesquisa realizada, foram identificados alguns métodos de avaliação do metabolismo anaeróbio que agora são apresentados e explicados. Pretendeu-se assim, criar uma base de conhecimento que permitisse a escolha adequada do protocolo para aplicar neste estudo.

Segundo a bibliografia é fundamental denunciar a vertente do metabolismo anaeróbio que se pretende avaliar, pois existem testes que permitem fazer uma avaliação à componente aláctica do metabolismo e outros que nos indicam dados da componente

láctica. Desta forma, há testes de curtíssima duração e testes de curta a média duração, sendo que em ambos os casos, a intensidade de execução é sempre muito elevada (Inbar *et al.*, 1996; Harichaux & Medelli, 2006; Matos & Winsley, 2007) Também são conhecidos protocolos que permitem a avaliação de ambas as vertentes (Rowland, 2005).

Bar-Or (1996) afirma que os testes anaeróbios podem tentar medir dois aspetos: a) testes que pretendem medir a máxima capacidade de produção de força por parte dos músculos num curto período (um a dez segundos); b) a capacidade dos músculos em sustentar ao longo do tempo (quinze a sessenta segundos) a atividade máxima.

Para a avaliação da componente aláctica do metabolismo anaeróbio conhecem-se alguns exemplos como os testes “*jump test, plataforma de Bosco, teste de acelerometria e WAnT*” enquanto para a avaliação da vertente láctica são conhecidos os exemplos do “*Bruyn e Prevost test e do WAnT*” (Harichaux e Medelli, 2006). Alguns são realizados com recurso a poucos materiais (i.e.: jump test) enquanto outros exigem a utilização de cicloergómetros e material informático (WAnT) (Mastrangelo *et al.*, 2004).

Os testes já referidos podem ser divididos em grupos e Inbar *et al.* (1996), divide os testes da seguinte maneira:

- Testes muito breves (1-10s):
  - *Margaria step test* (2-4s);
  - *Vertical jump* (< 1s);
  - *Leg extensor force* (1-2s);
  - *Short sprints* (3-10s);
  - *Cycle ergometer* (Max rpm) com resistência.
  
- Testes breves (20-60s):
  - *Cycle ergometer arms* (30s);
  - *Cycle ergometer legs* (20-45s);
    - Até à exaustão;
    - Duração predeterminada.
  - *Treadmill run to exhaustion*.

Segundo Bar-Or (1996), o objeto de estudo destas medições pode estar relacionado com vários aspetos, sejam eles bioquímicos (défice de O<sub>2</sub>, débito de O<sub>2</sub>, lactato sanguíneo), mecânicos (produção de força, velocidade de execução, capacidade

de explosão) ou neurofisiológicos (resistência muscular à fadiga, coordenação muscular em fadiga).

A maioria das avaliações referidas têm como vantagem principal, na sua aplicação, a simplicidade de procedimentos e de materiais. São suficientemente viáveis e práticos num contexto de avaliação e controlo do treino no terreno, sendo que a sua maioria envolve saltos verticais e horizontais e não requer a utilização de material dispendioso ou de difícil manejo (Acero *et al.*, 2011).

Contudo, existem dois métodos de avaliação que se destacam na bibliografia. Os testes *Wingate Anaerobic Test* (WAnT) e o *Maximum Accumulated Oxygen Deficit* (MAOD) permitem um conhecimento mais aprofundado do metabolismo anaeróbio, seja na sua vertente aláctica seja na láctica, assim como calcular a PAN e a CAN. Mas, são testes que exigem a utilização de aparelhos dispendiosos e conhecimento científico suficiente para fazer a interpretação dos dados, especialmente no caso do MAOD (Armstrong, 2001; Inbar *et al.*, 1996; Matos & Winsley, 2007; Moore & Murphy, 2003; Rowland, 2005).

Estes métodos de avaliação são os mais aplicados na investigação científica, tendo no entanto níveis de complexidade distintos. O MAOD tem por objetivo determinar a totalidade de ATP ressintetizada na ausência de O<sub>2</sub>. Tendo então uma vertente de análise mais bioquímica este método tem vindo a ganhar força na comunidade científica, estando amplamente validado. Contudo o nível elevado de complexidade na aplicação do seu protocolo faz com que seja o teste WAnT aquele que é mais recomendado e utilizado no trabalho com adultos e especialmente quando se trabalha com crianças (Moore & Murphy, 2003; Rankovic *et al.*, 2007; van Praagh, 1998).

Um aspeto comum a praticamente todos os métodos de avaliação identificados está relacionado com o facto de estes terem sido pensados para adultos (Matos & Winsley, 2007).

Para Rowland (2005), as performances dos sujeitos que realizam testes como o WAnT ou os outros acima citados, podem ser influenciadas pela ativação neuromuscular e pelo tamanho dos músculos, uma vez que a coordenação inter e intra muscular afeta a prestação motora.

Sargeant (1989) afirma que existem aspetos que podem influenciar os resultados obtidos tais como:

- Idade;
- Temperatura ambiente;

- Temperatura dos músculos;
- Aprendizagem e Motivação.

van Praagh (1998), refere que todos estes testes:

- ✓ Apresentam uma alta especificidade dos músculos envolvidos;
- ✓ São muito dependentes da força e da velocidade de contracção;
- ✓ Avaliam a força do trem superior ou inferior;
- ✓ Utilizam cicloergómetros, dinamómetros estáticos e dinâmicos, passadeiras, saltos.

Outro aspeto que pode condicionar fortemente os valores obtidos está relacionado com a coordenação neuromuscular. Os músculos não se contraem de forma espontânea e precisam de um estímulo nervoso que vai solicitar a contracção das fibras. Quanto maior for a coordenação das fibras na contracção maior será a força produzida e maiores serão os valores obtidos (van Praagh, 1998; Rankovic *et al.*, 2007; Beneke, Hutler & Leithauser, 2007).

### 3.2.1.1. – Teste Wingate

Sendo o teste WAnT o mais recomendado pela bibliografia, será então agora descrito como é aplicado o seu protocolo e feita a análise das variáveis e dados obtidos.

Criado na década de setenta do séc. XX, em Israel, pelo *Institute for Physical Education and Sport*, o WAnT tem sido muito utilizado e recomendado por vários investigadores que pretendem avaliar a CAN e a PAN seja em indivíduos treinados como em sedentários, desde crianças a idosos e sujeitos de ambos os géneros (Inbar *et al.*, 1996).

Esta é uma variante melhorada de um teste já sugerido na altura, com a duração de trinta segundos e realizado num cicloergómetro. A sua melhoria consiste na aplicação de uma carga proporcional ao peso dos sujeitos (Bar-Or, 1996; Guerra, Guiné-Garriga e Fernhall, 2009) sendo este teste aplicável a praticamente todo o tipo de população, sendo a abreviatura WAnT amplamente utilizada pela literatura consultada (Armstrong, 2001; Arslan, 2005; Bar-Or & Rowland, 2004; Mandic, Quinney & Bell, 2004; Nakamura & Franchini, 2006; Rowland, 2005).

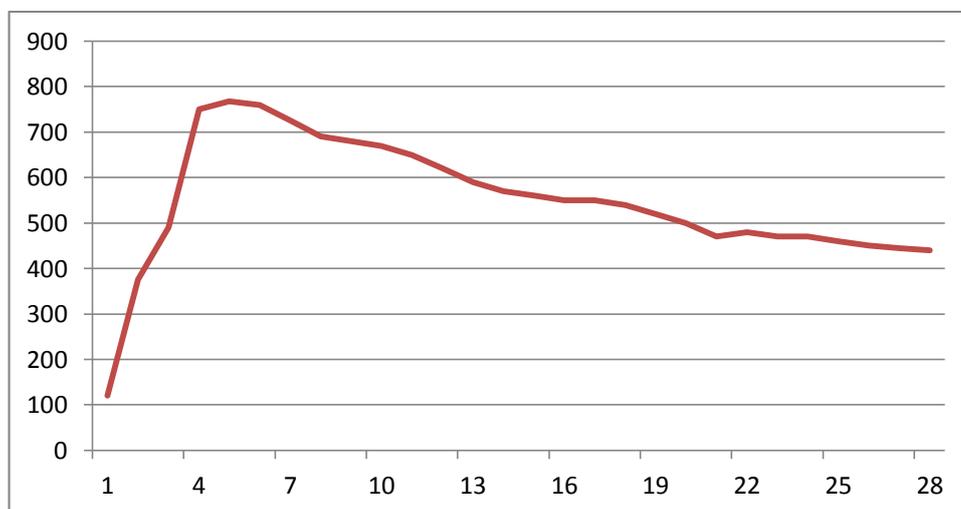
Este é um teste largamente utilizado pela comunidade científica, sendo útil na medição da potência muscular e avaliação da fadiga (Inbar *et al.*, 1996; Guerra, 2009;

Rankovic *et al.*, 2007). Dá também aos investigadores a possibilidade de obter maior conhecimento ao nível das respostas fisiológicas e cognitivas dos sujeitos na prestação do exercício anaeróbio, se a este protocolo acrescentarmos a utilização de análise de gases, avaliação de lactatémia, análises sanguíneas e biopsias musculares (Barfield, Sells, Rowe & Hanningan, 2002; Guerra *et al.*, 2009).

Na prática, o WAnT é um teste máximo de trinta segundos, realizado num cicloergómetro, que põe em *stress* o sistema energético anaeróbio usando uma resistência que está relacionada com a massa corporal (Andreacci *et al.*, 2007; Marjerrison *et al.*, 2007; Mastrangelo *et al.*, 2004). Por outras palavras, é um teste que se adequa ao metabolismo que avalia, que nos primeiros momentos permite ao investigador determinar a PAN (3 a 5 segundos) e a CAN aláticas (5 a 12 segundos) e na totalidade da sua duração a CAN láctica (Inbar *et al.*, 1996).

Pode-se considerar este um teste “*all out*”, em que durante a sua duração os sujeitos aplicam toda sua energia disponível na produção de força mecânica, tornando-se possível a avaliação do suporte metabólico oferecido pelo sistema ATP-CrP (van Praagh, 1998).

Contudo, quando se inicia uma atividade de intensidade máxima, torna-se muito difícil realizá-la, durante muito tempo, sem quebras na produção de força, pelas razões energéticas descritas anteriormente. Desta feita, a execução do protocolo WAnT é marcada por dois momentos: o primeiro, mais curto, de grande intensidade e produção de força mecânica até ser atingido um máximo e o segundo em que gradualmente o indivíduo baixa forçosamente, pela perda de energia, a sua intensidade de execução até finalizar o exercício. A figura 1 (Inbar *et al.*, 1996) demonstra uma curva típica de um teste WAnT.



**Figura 1** – Curva típica do WAnT em indivíduos adultos (Inbar *et al.*, 1996).

Esta variação na produção de força deve-se ao consumo do ATP disponível e à crescente dificuldade encontrada pelo organismo na sua ressíntese a partir do momento em que começam a diminuir as reservas de ATP e CrP, tendo que se dar início ao processo de produção energética por via glicolítica, pelos processos já descritos. Mas o que mais contribui para esta variação é a aplicação de uma carga, que é introduzida no exercício aos 4-5 segundos de teste e que permanece constante (Inbar *et al.*, 1996; Ratel, Bedu, Hennergraver, Doré & Duché, 2002; van Praagh, 1998).

Ao nível da interpretação da curva do gráfico, Inbar *et al.* (1996) refere que o ponto mais alto representa o PP enquanto o ponto mais baixo, depois de ser atingido o PP, corresponde ao Lowest Power (LP). Existem ainda outras variáveis que podem ser adquiridas tais como:

- ✓ O AP do sujeito;
- ✓ O valor relativo de PP;
- ✓ O AP relativo do sujeito;
- ✓ O DP, que pode ser calculado através da fórmula:

$$\frac{(PP - LP)}{PP} \times 100 = DP(\%)$$

Pela análise do gráfico pode-se também compreender que a queda na prestação surge de forma mais acentuada quando é colocada a resistência, ou seja, após os cinco segundos. Esta resistência é colocada para que se possa acelerar o processo de consumo energético e uma vez que é calculada em função do peso dos sujeitos, tem o mesmo impacto para todos (Inbar *et al.*, 1996).

Há aspetos que, segundo a bibliografia, devem ser levados em conta para que se consiga com que os sujeitos obtenham valores mais elevados e mais representativos da sua verdadeira CAN e PAN no WAnT. Assim sendo, um aquecimento adequado é fundamental, devendo ser evitados alongamentos estáticos que tendem a reduzir a prestação no teste propriamente dito (Faigenbaum *et al.*, 2010).

Depreende-se então que o aquecimento deve contemplar dinamismo nos movimentos, com momentos de intensidade mais elevada (Chaouachi *et al.*, 2011; Faigenbaum *et al.*, 2010). O modelo mais recomendado pela bibliografia sugere uma

duração de três minutos, baixa intensidade (para evitar utilizar a reservas de ATP-CrP), com recurso a breves momentos (dois a três segundos) de alta intensidade ao fim do primeiro e do segundo minuto (Andreacci *et al.*, 2007; Armstrong *et al.*, 2001; Barfield *et al.* 2002; Bell & Cobner, 2007; Hawley, Williams, Hamling & Walsh 1989; Mastrangelo *et al.*, 2004; Ratel *et al.*, 2002).

O aquecimento deverá simular o exercício propriamente dito, potenciando assim a prestação motora a nível muscular, articular, nervoso e metabólico (Chaouachi *et al.*, 2011).

Outro aspeto a considerar no aquecimento está relacionado com o minuto de pausa entre este momento e o teste propriamente dito, que permite ao corpo recuperar algum do ATP utilizado (Chaouachi *et al.*, 2011; Connolly *et al.*, 2003).

Segundo Ratel *et al.* (2002), a capacidade de atingir o PP durante os esforços intermitentes, depende do tempo de recuperação permitido aos sujeitos, sendo que nos adultos existe uma queda acentuada na produção do PP quando o tempo de recuperação é inferior a trinta segundos. No entanto, se o tempo de recuperação for de cinquenta a sessenta segundos a queda é menos acentuada, pois permite a reposição do nível de ATP utilizado no aquecimento (Chaouachi *et al.*, 2011).

Outros autores enfatizam também a importância do encorajamento verbal durante a prestação dos sujeitos no teste, para que estes consigam aplicar a maior potência possível durante os trinta segundos do teste e consigam obter o melhor resultado possível (Bell & Cobner, 2007; Sands *et al.*, 2004). Palavras de incentivo como “pedala mais rápido”, “vai ser duro mas são só trinta segundos” e “quando estiveres cansado é porque está mesmo a acabar e fazes um esforço final”, são fundamentais para a performance dos sujeitos (Bar-Or, 1996).

Há também uma relação entre o conhecimento prévio de como funciona o teste e a prestação alcançada, pois existe uma noção do tipo de esforço pedido, de como evolui a dificuldade ao longo do tempo e há espaço para uma familiarização com os instrumentos (Bar-Or, 1996).

### **3.2.1.1.1. – Peak Power, Average Power, Lowest Power e Drop Power**

A aplicação deste protocolo e a sua análise informática permite a obtenção de variáveis que após tratamento dão ao investigador informações sobre a PAN e a CAN dos sujeitos. Essas variáveis serão agora descritas.

Assim sendo, pode-se avaliar a PAN através do PP uma vez que esta variável corresponde ao valor máximo de potência, em  $w$ , produzida pelo sujeito. Como vimos anteriormente, o sujeito produz energia na mesma proporção das suas reservas de ATP-CrP. Assim sendo, o valor mais elevado da sua prestação física será no início da atividade, quando tem mais reserva energética. Uma correta interpretação deste valor indica a PAN dos sujeitos (Marjerrison *et al.*, 2007).

Dito de forma mais simples, o PP reflete a capacidade de produzir força mecânica elevada, num curto espaço de tempo (Guerra *et al.*, 2009).

Já a CAN é avaliada em função da prestação total do sujeito, durante os trinta segundos do teste. O valor médio da sua capacidade de produção de força (em  $w$ ), indica o nível a que o sujeito consegue realizar um exercício máximo de curta duração (Armstrong & Welsman, 2001; Inbar *et al.*, 1996; Marjerrison *et al.*, 2007). Posto isto, o AP representa a capacidade de resistência muscular localizada (Guerra *et al.*, 2009).

Estas variáveis podem ser descritas como as mais importantes na avaliação absoluta das capacidades físicas dos sujeitos, pois a potência e capacidade pode ser avaliada e comparada com os dados fornecidos de PP e AP (Inbar *et al.*, 1996).

Contudo, prestando a devida atenção a estes parágrafos, compreende-se que este é um método indireto de avaliação do metabolismo anaeróbio pois, é através da avaliação da força produzida, em  $w$ , que se vai interpretar o potencial energético bioquímico dos sujeitos.

Numa outra perspetiva, van Praagh (1998) refere que o PP é a resultante do período em que o sujeito manteve a maior frequência de pedalada, produzindo o valor mais alto de rotações, com uma resistência que é colocada, tendo em conta o peso corporal dos indivíduos, na razão de  $70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Guerra *et al.*, 2009). O mesmo autor afirma que os valores do PP tendem a aumentar durante o crescimento (infância e adolescência).

Ainda assim existem outros parâmetros a considerar, como a diferença existente entre o valor máximo verificado no teste (PP) e o valor mínimo posterior (LP). Esta diferença permite calcular a magnitude da queda de prestação ao longo do tempo em valor absoluto ( $w$ ) correspondendo a uma dada percentagem (%) do valor máximo, conhecida como o índice de fadiga. Desta forma, é dado ao investigador a possibilidade de avaliar a

magnitude da perda de energia de duas perspetivas, através do DP (Armstrong *et al.*, 2001; Marjerrison *et al.*, 2007).

Outro aspeto a ter em conta é que, tal como o  $VO_{2Max}$  e as variáveis aeróbias, também as variáveis obtidas num teste anaeróbio podem ser avaliadas em função do peso dos sujeitos. Tal ação é fundamental, uma vez que os indivíduos de maior porte físico tendem a conseguir obter um valor de PP absoluto maior, embora, em termos relativos, tal facto nem sempre se verifique. Os valores absolutos do PP e AP tendem a aumentar até à idade adulta (van Praagh, 1998) e este tipo de avaliação relativa é importante quando se pretende comparar dados anaeróbios entre crianças e adultos ou entre populações com diferentes massas corporais, eliminando o fator peso.

O investigador tem, então, as variáveis  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$  que avalia a quantidade de potência por quilograma, na expressão  $w \cdot kg^{-1}$ .

### 3.2.2. – O metabolismo anaeróbio em crianças

Quando comparado com os adultos as crianças tendem a apresentar uma CAN e PAN absolutas inferiores independentemente do teste a que sejam submetidas (Leclaire, 2010). Tal pode ser explicado por apresentarem uma capacidade glicolítica anaeróbia inferior e menor concentração de enzimas glicolíticas e de glicogénio (ACSM, 2006; Bar-Or, 1996; Breno, 2011; Leclaire *et al.*, 2010; van Praagh, 1998).

A literatura aponta para concentrações de ATP-CrP semelhantes entre adultos e crianças. Mas, apesar desta situação, a menor concentração glicolítica é a principal razão apontada para uma menor CAN (Marjerrison *et al.*, 2007), devendo-se a outros fatores, a diferença que se verifica na PAN.

Rowland (2005) afirma que as diferenças verificadas entre crianças, adolescentes e adultos pode dever-se a:

- Menor volume muscular das crianças – a capacidade do músculo produzir força depende, entre outros fatores, do tamanho da sua secção transversa;
- Menor capacidade glicolítica;
- Défice na coordenação neuromuscular – aspeto que influencia diretamente a capacidade de produzir força e a velocidade de execução.

Outra explicação, apontada por alguns estudos da década de setenta, onde foram realizadas biopsias musculares a menores de idade, é a verificação de que, durante o exercício curto e de alta intensidade, as crianças possuem uma resposta energética anaeróbia altamente oxidativa, quando comparadas com os adultos e menor capacidade de produzir lactato. Contudo, os constrangimentos éticos impedem que tais resultados sejam verificados (Armstrong & Barker, 2009; Easton & Reilly, 2001).

Sabe-se também que, no que toca à capacidade de resistir à fadiga e apresentar capacidade muscular para recuperar entre momentos de esforço físico intenso, as crianças apresentam resultados melhores que os adultos (Bottaro, Brown, Celes, Martorelli & Carregaro, 2011). Estas diferenças podem estar relacionadas com o tipo de fibras envolvidas, volume de massa muscular, capacidade de recrutamento de unidades motoras e funcionamento metabólico (Armatas *et al.*, 2010).

Apesar do que foi agora dito, vários estudos apontam para a importância do metabolismo anaeróbio, da CAN e da PAN nas atividades físicas desenvolvidas pelas crianças e adolescentes. A sua solicitação está presente nas brincadeiras e jogos do dia-a-dia que se caracterizam por terem muitos momentos de curta duração mas de alta intensidade, (Easton & Reilly, 2001; Guerra *et al.*, 2009) seja a correr para o autocarro ou para o recreio, jogando a apanhada ou subindo escadas a correr (Sargeant, 1989).

O tipo de esforços que as crianças realizam nas suas atividades deixam, recair os esforços energéticos sobre o metabolismo anaeróbio (Beneke *et al.*, 2007). No entanto, a corrente científica atual, defende que a evolução do metabolismo anaeróbio e da prestação física que depende dele, se deve essencialmente a processos relacionados com o crescimento e maturação do ser humano que ocorrem durante a adolescência, como as alterações hormonais, melhoramento da coordenação intra e inter muscular e aumento da atividade neuromuscular (van Praagh, 2000).

Martin *et al.* (2004) apresentou um estudo onde verificou que com o aumentar da idade, verifica-se o aumento do valor de PP, tendo apresentado os seguintes valores:

- $289 \pm 81$  w em 33 crianças com  $10,3 \pm 0,5$  anos;
- $353 \pm 94$  w em 36 crianças com  $11,4 \pm 0,3$  anos;
- $418 \pm 94$  w em 40 crianças com  $12,6 \pm 0,4$  anos

Num estudo longitudinal realizado por Armstrong (2001), este verificou o mesmo tipo de resultados, com os indivíduos a apresentarem melhorias na prestação

anaeróbia, ao nível do PP, à medida que a sua idade cronológica aumentava, tendo os sujeitos iniciado a sua participação aos doze anos.

Mas as diferenças que se verificam entre adultos e crianças, em termos absolutos, não são tão evidentes quando se tem em conta o peso (Rankovic *et al.*, 2007). Estas diferenças apesar de existirem e estarem documentadas (ACSM, 2006; Rowland, 2005) demonstram a importância que o peso e tamanho dos sujeitos têm na capacidade de produzir força absoluta.

Uma diferença entre crianças e adultos que é favorável à prestação anaeróbia das crianças é que estas, ao nível do índice de fadiga, ou seja, a dimensão da perda de energia, ao longo dos testes anaeróbios, tendem a apresentar valores de diminuição da prestação menos acentuados (Armatas *et al.*, 2010; Bottaro *et al.*, 2011; Dekerle, Williams, McGawley & Carter, 2009). Isso mesmo foi demonstrado num trabalho de Dekerle *et al.* (2009) em que as crianças conseguiam chegar ao fim do exercício intenso com uma quebra percentual inferior aos adultos, o que revela a sua capacidade para trabalhar em regimes anaeróbios.

Relativamente às diferenças entre género nas crianças, Bloxham, Welsman & Armstrong (2005) referem haver alguma contradição nos resultados verificados com alguns estudos a indicarem não haver diferenças entre raparigas e rapazes.

### **3.2.2.1. – Avaliação anaeróbia em crianças – teste Wingate**

Conhecido o metabolismo anaeróbio nos adultos e nas crianças e os protocolos de testes existentes, pretende-se abordar agora o método de avaliação em crianças com recurso ao metabolismo WAnT. O foco da investigação e desta revisão bibliográfica é centrado neste protocolo, dadas as inúmeras referências encontradas na bibliografia, de autores que avaliaram o metabolismo anaeróbio nos jovens, com recurso ao WAnT (Armatas *et al.*, 2010; Armstrong *et al.*, 2001; Bloxham *et al.*, 2005; Fernandes, 2006; Mandic *et al.*, 2004; Mastrangelo *et al.*, 2004; Obeid, Larché & Timmons, 2011; van Praagh, 1998; van Praagh, 2000).

A principal vantagem de utilização deste método quando se trabalha com este grupo etário prende-se com o facto de não ser uma técnica invasiva e que respeita os códigos de ética de investigação (van Praagh, 2000).

Outro aspeto positivo deste teste é o facto da carga que é colocada ser calculada em função do peso dos sujeitos, fazendo com que se adapte à população em causa. Com

isto quer-se dizer que apesar do WAnT ter sido pensado e projetado para adultos, a sua adaptação para os mais novos é possível (Mandic *et al.*, 2004; Mastrangelo *et al.*, 2004).

Van Praagh (1998) afirma que existe um número assinalável de testes WAnT em crianças mas que a maioria envolve sujeitos do género masculino. Relativamente às raparigas há pouca informação disponível sobre o metabolismo energético anaeróbio (Bloxham, 2005).

Contudo, as adaptações que têm que ser feitas, seja em rapazes seja em raparigas, não passam exclusivamente pelo ajuste da carga, pois como os aparelhos de teste WAnT são feitos para adultos, a altura dos assentos e distância dos apoios para as mãos deve ser regulada. Este conjunto de ações permite ajustar o conjunto de alavancas formado entre sujeito e aparelho (van Praagh, 1998).

Também os aspetos mencionados anteriormente, para os adultos, relativos ao incentivo verbal, aplicam-se nos testes realizados com crianças (Bell & Cobner, 2007; Sands *et al.*, 2004) uma vez que a motivação desempenha um importante papel na prestação de exercícios máximos (Armatas *et al.*, 2010). O mesmo nível de importância, para potenciar a obtenção de resultados mais elevados, é dado ao conhecimento prévio do teste e do tipo de esforço que será requerido. Este conhecimento pode ser dado tanto verbalmente, como por intermédio de vídeos e pelo aquecimento que deve simular em parte o teste como já foi referido (Bar-Or, 1996; Faigenbaum *et al.*, 2010)

Outro aspeto a considerar está relacionado com a uniformização de horários de aplicação do teste, ou seja, a bateria de testes, quando tem que se prolongar ao longo de semanas ou até meses deve contemplar a execução do protocolo, em momentos do dia semelhantes, ou seja, se se inicia com recolhas da parte da tarde, estas devem continuar a ser realizadas sempre de tarde pelo mesmo horário. Tal deve-se ao facto de haver uma forte influência do relógio biológico sobre os metabolismos energéticos e prestação motora (Souissi *et al.*, 2010). Esta situação pode ser explicada pela curva de temperatura que se verifica durante o dia, com o nível de ativação do sistema periférico e central nervoso e com a capacidade contrátil das fibras. Estes fatores tendem a apresentar níveis diferentes ao longo do dia (Souissi *et al.*, 2010).

Pela revisão de literatura podem-se também ficar a conhecer os valores verificados noutros trabalhos, com recurso ao WAnT, que se apresentam na tabela 3:

**Tabela 3** – Valores de PP obtidos em indivíduos entre os 10 e os 16 anos.

Autor	Ano	Idade Média (anos)	PP
Carvalho	2011	14 a 16	357 – 978 w
Beneke	2007	16,3	11,5 w•kg <sup>-1</sup>
Delgado	1993	14 a 15	600 w
Falgairrette	1991	14 a 15	10.8 w•kg <sup>-1</sup>
Falgairrette	1991	13	9,1 w•kg <sup>-1</sup>
Falgairrette	1991	13.8	9,5 w•kg <sup>-1</sup>
Mastrangelo	2004	12	389,7 w
Andreacci	2007	10,2	283 w
Marjerrison	2007	10,2	242 w
Rankovic	2007	11,1	347,5 w

Pela tabela anterior, para as idades em questão, verifica-se que não existem muitos estudos sobre o metabolismo anaeróbio em indivíduos entre os treze e os quinze anos de idade.

Contudo, os dados absolutos e relativos de PP verificados permitem compreender que em termos absolutos os indivíduos poderão apresentar valores médios entre 500 e 700 w enquanto em termos relativos os valores considerados normais poderão ser enquadrados entre os 9 e os 12 w•kg<sup>-1</sup>. Comparativamente com os adultos, estes tendem a apresentar valores de PP de 755,88 ± 116,91 (Rankovic *et al.*, 2007).

#### 4. – Especialização Metabólica

Pelo que foi dito nos pontos anteriores, verifica-se que os metabolismos energéticos, apesar de terem um papel muito importante no desempenho da atividade física, dificilmente trabalham de forma isolada e, quando o fazem, tal acontece durante um curto, espaço de tempo.

Porém, apesar da facilidade com que o organismo recruta os metabolismos, estes não se desenvolvem até à sua expressão máxima simultaneamente nos humanos (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010). Rowland (2005) exemplifica, comparando os atletas maratonistas de elite, que são capazes de correr grandes distâncias em menos tempo que outros indivíduos, mas que não conseguem correr 100 m tão depressa como os atletas de alto rendimento desta distância.

Dito por outras palavras, é devido à existência destes níveis de especialização que nunca se verifica um maratonista a ganhar a prova dos 100 m nem o melhor sprinter

vencer uma maratona (Bloxham *et al.*, 2005; Mendez-Villanueva *et al.*, 2010). Isto faz dos atletas de elite adultos, especializados metabolicamente (Bloxham *et al.*, 2005).

Ainda assim, estas diferenças não são unicamente metabólicas. Comparando maratonistas e sprinters, estas podem ser vistas na morfologia (maratonistas magrinho e leve *vs* sprinters musculados e potentes) e ao nível da resistência ao esforço (maratonistas com grande CA *vs* sprinters com grande PAN) que distinguem perfeitamente os praticantes das modalidades mencionadas (Bar-Or, 2004; Bloxham *et al.*, 2005; Mendez-Villanueva *et al.*, 2010).

Há então um processo de especialização, sendo que a nível energético, esta chama-se “Especialização Metabólica” (Bar-Or, 1993). Assim sendo, verificam-se diferenças ao nível da capacidade de produzir força, de resistir à fadiga e de recrutar fibras musculares entre atletas de elite de diferentes modalidades (Bar-Or, 2004).

E nas crianças? Verificar-se-á o mesmo nível de evolução? Rowland (2002) levantou este problema num artigo de opinião referindo que nos mais jovens, é comum observar que os atletas mais rápidos são normalmente também os mais resistentes e os que têm mais sucesso nas mais variadas modalidades. Este facto pode evidenciar que as crianças com maior  $VO_{2Max}$  podem também ser as melhores nas atividades anaeróbias.

Este grupo etário tende a apresentar um perfil metabólico misto, apto a ser desenvolvido tanto pela via aeróbia, como pela via anaeróbia ou até mesmo pelas duas vias simultaneamente devido à plasticidade dos seus sistemas metabólicos (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010). Pode-se dizer que existe uma relação direta entre o nível de prestação num exercício aeróbio e o nível de prestação num exercício anaeróbio (Bloxham *et al.*, 2005; Fernandes, 2006), com as crianças que são mais rápidas a serem também, normalmente, as mais resistentes à fadiga (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010)

Matos & Winsley (2007) exemplificam esta plasticidade, referindo os resultados que encontraram que apontam para a capacidade de indivíduos entre os dez e os quinze anos evoluírem o metabolismo anaeróbio, mesmo quando só fazem treino aeróbio.

No entanto, poucos estudos têm avaliado a relação entre ambas as capacidades, tanto em crianças como em adolescentes. São menos ainda os estudos que avaliam especificamente atletas de modalidades desportivas coletivas que, como já foi visto anteriormente, exigem bastante de ambos os metabolismos durante a sua prática (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010).

Os resultados apresentados levam os investigadores a supor que a especialização metabólica comece a ocorrer durante a puberdade (Bloxham *et al.*, 2005; Fernandes,

2006; Mendez-Villanueva *et al.*, 2010) mas não foi encontrado nenhum trabalho que determine especificamente quando é que esta ocorre.

## 5. – Maturação

Por fim, será importante manter em mente que quando se avaliam indivíduos, especialmente os mais jovens, há um factor que pode influenciar, de forma clara, as suas capacidades energéticas e metabólicas, que é o crescimento dos indivíduos e o desenvolvimento físico e maturacional que lhe estão associados (Armstrong, 2007).

Embora se verifique um padrão geral no crescimento humano, existem variações, de indivíduo para indivíduo, quanto à idade em que em que estes processos de desenvolvimento se manifestam (Berg & Piennar, 2012).

O processo de crescimento e maturação afeta, entre outros, as capacidades motoras dos jovens, pelos desafios que coloca ao nível do amadurecimento das funções de diferentes órgãos e sistemas, colocando-se a necessidade de adequar os estímulos ambientais em função desse factor (Armstrong, 2009; Malina, Bouchard & Bar-Or, 2009; Papalia & Olds, 2000).

O desenvolvimento maturacional está fortemente associado ao crescimento e desenvolvimento físico a que os indivíduos são sujeitos durante o seu ciclo de vida (Frisancho, 2009; Rogoff, 2005), sendo na puberdade, que tende a ocorrer entre os 10 e os 16 anos, que o desenvolvimento e crescimento do indivíduo atingem a sua etapa mais crítica. Esta leva à maturação biológica, a alterações corporais e alterações musculares e metabólicas (Armstrong, 2009; Ré, 2011).

Nos rapazes, o pico de crescimento na estatura ocorre, aproximadamente, aos 14 anos embora seja consensual referir o período entre os 12 e os 16 como aquele em que os jovens crescem mais (Rogol *et al.*, 2002). Este crescimento está associado a um aumento das funções musculares, que proporcionam um aumento da capacidade metabólica e que tendem a aumentar a força, velocidade e resistência (Ré, 2011; Stodden *et al.*, 2008)

O momento de ocorrência do pico de crescimento pode proporcionar, no contexto desportivo, uma vantagem ou desvantagem competitiva (Pearson *et al.*, 2006; Tranckle & Cushion, 2006) fazendo com que sem uma avaliação da maturação biológica, não seja possível, interpretar adequadamente se o desempenho apresentado pelo indivíduo reflete a sua real capacidade ou se está a ser influenciado pelo seu nível de maturação biológica (Brunch *et al.*, 2007; Portal *et al.*, 2008; Ré, 2011)

Desta forma, a idade biológica pode ser avaliada pelo nível de: maturação sexual; maturação morfológica; maturação dentária; e maturação esquelética (Malina *et al.*, 2009) sendo as duas últimas mais fidedignas do que as duas primeiras, no entanto, o custo da sua avaliação e dificuldade de aplicação em larga escala dificulta a sua aplicação, levando a que os estágios de maturação de Tanner (1962) sejam amplamente reconhecidos como um meio de avaliação fidedigno.

Tanner (1962) identificou uma relação linear, aceitável, entre o desenvolvimento dos caracteres secundários e o estágio de maturação biológica em que o jovem se encontra. Significa isto que um jovem com um desenvolvimento precoce ao nível das características sexuais secundárias tenderá a ser um também precoce na sua curva de crescimento (Ré, 2011).

Para Tanner (1962) identificam-se cinco estágios indicativos da maturação biológica sendo no terceiro que surgem as primeiras indicações de que o organismo dos indivíduos vai iniciar o processo de desenvolvimento pubertário, no quarto estágio que os rapazes tendem a iniciar o seu pico de crescimento em estatura e ganho de massa muscular e o quinto que o processo de desenvolvimento se encontra concluído (Armstrong, 2007; Rogol *et al.*, 2002). A bibliografia consultada sugere o momento do quarto estágio como aquele em que se deve iniciar o treino que visa o desenvolvimento direto das capacidades de força, velocidade e resistência (Malina *et al.*, 2009; Smith, 2003). Antes de o nível de maturação atingir um estágio tão elevado a ênfase deverá ser dada ao treino da coordenação motora (Martindale, Collins & Daubney, 2005).

O controlo da maturação biológica é então importante uma vez que, existindo diferenças entre indivíduos, estas podem justificar possíveis discrepâncias que se verifiquem noutras variáveis que podem ser fortemente influenciadas pelo nível de maturação dos indivíduos (van den Berg & Pienaar, 2012).

## **Capítulo III**

### **Metodologia**



## **1. – Introdução**

A revisão de literatura apresentada no capítulo anterior permite compreender o funcionamento dos metabolismos energéticos, as suas condicionantes, limitações e a definição de uma estratégia metodológica que permite resolver o problema colocado neste estudo.

No presente capítulo, desenvolvido em sete pontos, será abordada a metodologia usada na realização da investigação. À formulação das hipóteses de estudo, fundamentais para a orientação do trabalho e reposta do problema, segue-se o segundo ponto correspondente à caracterização geral da amostra. No terceiro ponto são apresentados os materiais utilizados, as suas funções, respetivas características e utilidade e no ponto quatro são apresentadas as variáveis dependentes e independentes estudadas. Os últimos três passos metodológicos estão relacionados com a descrição sequencial dos vários momentos da recolha, propriamente dita, com os testes/protocolos efetuados e com o tratamento estatístico aplicado aos dados registados.

Apesar de não constar de nenhum dos passos que se seguem, será importante referir que foi aplicado um pré-teste ou teste de ensaio num outro grupo que não é representado no corrente trabalho. Contudo, este pré-teste foi fundamental para treinar as técnicas a aplicar em todos os momentos de recolha de dados e para melhor coordenar as ações que se realizaram em laboratório.

O projeto inicial deste trabalho assim como todos os seus procedimentos foram aprovados pelo Conselho Científico do curso de Doutoramento em Ciências do Desporto da Universidade da Madeira, após a aceitação do projeto de tese pela Comissão do Curso, projeto apresentado no primeiro ano do curso.

## **2. – Formulação de hipóteses**

Na partida para uma investigação científica poder-se-á sempre iniciar o trabalho com a hipótese de algo se verificar ou não, havendo sempre uma hipótese de que algo se manifesta ou não.

No caso do presente estudo, colocou-se o problema da especialização metabólica nos jovens futebolistas, pertencentes ao escalão de iniciados (INI) e ao escalão de infantis (INF) colocando a seguinte pergunta:

***- Serão os indivíduos, praticantes federados da modalidade de futebol, pertencentes ao escalão de iniciados e infantis, especializados metabolicamente?***

Mas a resposta a esta questão só pode ser obtida através de uma análise global dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, para que então se compreenda a sua interação se os indivíduos mais jovens estão ou não sujeitos a que ocorra uma especialização de um metabolismo energético em detrimento do outro.

Assim sendo, estabeleceram-se as seguintes hipóteses:

H1 – Existem diferenças significativas entre os indivíduos treinados e não treinados dos iniciados e infantis nas variáveis fisiológicas no teste de potência aeróbia;

É amplamente conhecido, por resultados publicados em diversos estudos, que a prática regular de atividade física tende a ter um efeito positivo sobre a capacidade aeróbia (ACSM, 2006; Armstrong & Barker, 2009; Heyward, 2006; More & Murphy, 2003; Rowland, 2005). Testar se diferenças significativas são verificadas entre os grupos T e NT de ambos os escalões permitirá verificar de que forma o treino influi sobre o metabolismo aeróbio, permitindo uma melhor caracterização dos subgrupos.

H2 – Existem diferenças significativas entre os indivíduos treinados e não treinados dos iniciados e infantis nas variáveis fisiológicas no teste de potência anaeróbia;

Alguns estudos indicam que o metabolismo anaeróbio é dificilmente treinável antes da puberdade (Delgado et al, 1993; Fernandes, 2006; Mendez-Villanueva et al., 2010; Paraíso, 2007; van Praagh, 1998). Contudo a verificação da H2 num dos escalões, especialmente no escalão mais velho poderá indicar em que idade é que o treino pode ser um factor conducente a uma melhoria da potência anaeróbia (PAN).

Outra hipótese que é fundamental ter em conta é se existe ou não uma relação direta entre as prestações do teste aeróbio e do teste anaeróbio, ou seja, se os indivíduos que obtêm performances superiores num dos testes são os mesmos que atingem valores mais elevados no outro teste.

Desta forma define-se a terceira hipótese:

H3 – Existe uma relação direta entre as prestações dos indivíduos no teste de potência aeróbia e no teste de potência anaeróbia no escalão de iniciados e infantis;

A existência de relação positiva e forte entre a prestação alcançada no teste aeróbio e a prestação alcançada no teste anaeróbio permitirá compreender que os metabolismos se tendem a desenvolver em simultâneo, não ocorrendo especialização metabólica, uma vez que um metabolismo não se desenvolve em detrimento do outro (Fernandes, 2006; Mendez-Villanueva et al., 2010; Rowland, 2002).

Apresenta-se então a quarta hipótese de estudo:

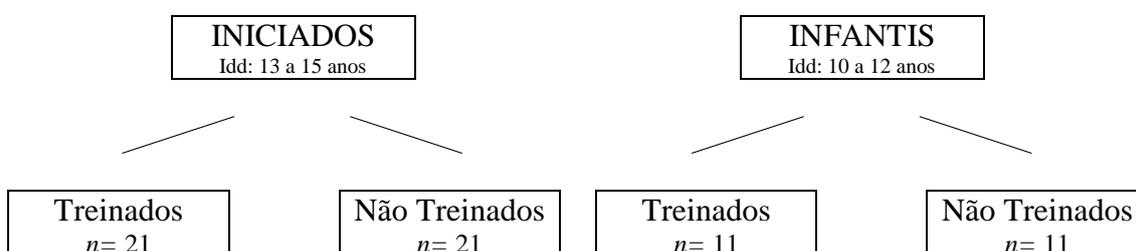
H4 – Verifica-se a existência de especialização metabólica em crianças futebolistas pertencentes ao escalão de iniciados e infantis.

Até ao momento não parece existir indícios de que a especialização metabólica ocorra antes da puberdade (Mendez-Villanueva et al. 2010; Rowland, 2002). Contudo, há indícios de que esta surja durante a puberdade (Fernandes, 2006; Mendez-Villanueva et al., 2010) sendo que a aceitação ou rejeição desta hipótese permitirá responder ao problema colocado pelo estudo.

### 3. – Caracterização da amostra

Avaliaram-se dois escalões etários, INI e INF, sendo cada um constituído por 2 subgrupos, um T e um NT, como se pode verificar no Diagrama 1:

Diagrama 1: Estrutura e divisão do universo amostral.



Nos INI, vinte e um elementos formavam o subgrupo de treinados (T) constituído por praticantes federados da modalidade de futebol e vinte e um elementos pertenciam ao subgrupo de não treinados (NT), crianças que não praticavam qualquer modalidade desportiva federada. Em ambos os casos os elementos tinham uma idade (idd) compreendida entre os 13 e os 15 anos, eram todos do género masculino e no caso do subgrupo T todos praticavam atividade física há mais de cinco anos com três a quatro treinos por semana, com 90 minutos de duração cada sessão mais jogo ao fim de semana (70 minutos).

Nos INF, os subgrupos T e NT eram constituídos por onze elementos cada variando a idade dos dois subgrupos entre os 10 e os 12 anos, com três treinos por semana de 90 minutos mais jogo ao fim de semana (60 minutos).

Ambos os subgrupos de indivíduos T foram selecionados no Núcleo Sportinguista de Rio Maior, onde os modelos de prática desportiva estão definidos para todos os escalões no sentido do treino proporcionar contacto com a bola em praticamente todo o tempo, numa aprendizagem global do jogo, com todas as ações a serem focadas na representação das atividades que sucedem no jogo. Esta metodologia de treino empregue cria espaço para exercícios em oposição onde o metabolismo anaeróbio é altamente solicitado seguidas de fase de recuperação, onde o metabolismo aeróbio desenvolve a sua função.

Eram critérios fixos de seleção da amostra, o género, a idade, a prática desportiva federada de futebol e a ausência de prática desportiva federada. Sublinhe-se que de um universo maior foram selecionados estes indivíduos para que não houvesse variabilidade maturacional.

Por serem menores de idade, foi enviada uma carta informativa e de solicitação de consentimento aos pais dos participantes para que estes autorizassem a sua participação.

Na tabela 4, os indivíduos de ambos os escalões apresentam-se caracterizados relativamente à idade, antropometria, prática desportiva, estágio de maturação.

Esta caracterização não pretende abordar as possíveis diferenças entre subgrupos, mas sim fazer um enquadramento da amostra com a metodologia que foi aplicada.

Tabela 4 – Características da amostra. 4 subgrupos (INI T; INI NT; INF T; INF NT).

	INI T		INI NT		INF T		INF NT	
	Med±DvPd	Min-Máx	Med±DvPd	Min-Máx	Med±DvPd	Min-Máx	Med±DvPd	Min-Máx
Idd (anos)	13,9 ± 0,7	13,0 – 15,0	13,9 ± 0,8	13,0 – 15,0	11,4 ± 0,5	11 – 12	10,9 ± 0,3	10 – 11
Alt (cm)	163,4 ± 7,0	147,0 – 177,0	163,5 ± 6,6	153,3 – 173,6	146,3 ± 6,4	138,8 – 156,0	144,1 ± 5,5	135,0 – 156,5
P (kg)	54,9 ± 10,6	36,9 – 77,5	58,9 ± 11,7	39,0 – 85,9	44,1 ± 7,0	37,4 – 62,0	40,1 ± 7,3	31,7 – 55,8
IMC (kg • m <sup>-2</sup> )	20,5 ± 3,0	16,0 – 28,2	22,1 ± 4,4	16,0 – 31,3	20,6 ± 2,7	16,2 – 25,8	19,2 ± 2,4	16,1 – 23,1
Mat (estágio)	4 ± 0	4 – 4	4 ± 0	4 – 4	1 ± 0	1 – 1	1 ± 0	1 – 1
AnP (anos)	5,2 ± 1,5	3,0 – 8,0	0	0	3,4 ± 0,9	2 – 5	0	0
HTS (horas)	6,0 ± 0,0	6,0 – 6,0	0	0	4,5 ± 0	4,5 – 4,5	0	0
TS	4,0 ± 0	4,0 – 4,0	0	0	3,0 ± 0	3,0 – 3,0	0	0

Altura (Alt), peso (P), índice de massa corporal (IMC), anos de prática federada (ÂnPF), horas de treino por semana (HTS), treinos por semana (TS).

A tabela apresentada, que expõe os valores de média, desvio padrão, máximos e mínimos, caracteriza os participantes relativamente à sua constituição física e nível de prática desportiva. Todavia, pode-se ainda referir que por serem menores e frequentar o ensino obrigatório todos os indivíduos realizavam noventa minutos de atividade física semanal nas aulas de educação física da escola.

Relativamente ao treino dos indivíduos T em ambos subgrupos (INF e INI), este tinha uma duração de noventa minutos, sendo que os primeiros quinze estavam destinados para o aquecimento, estando quarenta a sessenta minutos reservados para a parte fundamental e o restante tempo para situações de jogo completo ou reduzido. Tanto num escalão como no outro, o historial desportivo da grande maioria dos atletas relacionava-se com a prática do futebol em locais onde o treino tinha uma forte componente técnico-táctica sendo o trabalho desenvolvido com bola e em situações de jogo reduzido.

Seguindo-se o protocolo de Tanner (1962), através da aplicação de auto-avaliação indireta, aplicada pelos participantes individualmente, foi verificado que o nível de maturação dos participantes INI enquadrava com um estágio de maturação 4 e os INF com um estágio de maturação 1. Esta é uma amostra de conveniência uma vez que os indivíduos INI que não se encontravam no estágio de maturação 4 ou os INF que não se encontravam no estágio 1 foram excluídos da amostra final.

De acordo com o protocolo, para se medir o nível de maturação foi apresentado aos participantes um quadro com cinco figuras que representavam cada um dos estágios do protocolo de Tanner (Bar-Or, 1996; Bloxham *et al.*, 2005; Bottaro *et al.*, 2011;

Chaouachi *et al.*, 2011; Tanner, 1962) em que os indivíduos indicavam a que estágio pertenciam por comparação do nível de pilosidade.

Para identificação das restantes variáveis de caracterização da amostra, os participantes preencheram uma ficha de registo (*anexos*), indicando a data de nascimento, nível e anos de prática desportiva, carga horária de atividade física semanal e frequência dos treinos. Foram excluídos os indivíduos que apresentassem problemas de saúde impeditivos da realização dos testes de esforço máximo aeróbio e anaeróbio.

Nenhum dos participantes conhecia os protocolos a que iam ser submetidos, embora alguns já estivessem familiarizados com alguns equipamentos, como a passadeira rolante e o cardiofrequencímetro.

#### 4. – Instrumentos utilizados

Para recolha de dados foram utilizados os instrumentos disponibilizados pelo laboratório de investigação desportiva (LID) da Escola Superior de Desporto de Rio Maior - IPS.

Para a recolha dos dados referentes à caracterização da amostra foi utilizado:

- Folha de registo – para registar os dados pessoais dos participantes, os anos de prática que possuem, quantidade de horas semanais de treino, Idd, P, %MG, %MM, IMC;
- Balança com estadiómetro (SECA, Hamburgo)
- Balança Tanita com Bioimpedância Tetrapolar - BC558 (figura 4);

Para a recolha dos dados referentes ao teste de Balke adaptado foi utilizado:

- Cronómetro – para regular os tempos de esforço, os tempos de pausa, os tempos de aquecimento;
- Passadeira Technogym Runrace Treadmill HC1200 – que permitiu a realização do teste de Balke adaptado para a obtenção das variáveis de PA (figura 2);
- Cosmed K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Rome, Italy) – analisador de gases *breath by breath*. – Este instrumento foi utilizado na recolha das variáveis fisiológicas dos indivíduos presentes no estudo. A tecnologia presente neste aparelho, permite analisar as respostas fisiológicas ao esforço

durante o mesmo sendo que o K4b<sup>2</sup> mede 30 parâmetros fisiológicos diferentes incluindo o VO<sub>2</sub>, o VCO<sub>2</sub>, a FC e a V<sub>E</sub> (figura 5);

- Cardiófrequencímetro - Polar S 610ws (figura 5);
- PC portátil Sony Vaio (figura 5) – onde serão registados todos os dados obtidos durante os testes;

Para a recolha dos dados referentes ao teste de WAnT adaptado foi utilizado:

- Cardiófrequencímetro - Polar S 610ws (figura 5);
- Monark 839E – para realizar os testes anaeróbios (WAnT) onde foi colocado em esforço o trem inferior;
- Monark *Anaerobic Test Software* – foi o programa de computador utilizado na recolha dos dados no WAnT;

Para o tratamento estatístico foi utilizado:

- *Software IBM SPSS Statistics 20.0* – utilizado no tratamento dos dados.
- Microsoft Excel 2010 – utilizado na organização dos dados

De referir que o espirómetro e o seu programa de *software* trabalham por telemetria. Tal permite aos investigadores monitorizarem, ao segundo, os parâmetros fisiológicos como o VO<sub>2Abs</sub>, VO<sub>2Rel</sub>, V<sub>E</sub>, FC e R, e interromper o teste caso alguma anomalia seja detetada.

Como técnica de recolha das variáveis de consumo de O<sub>2</sub>, utilizou-se a expirometria uma vez que esta técnica permite determinar o VO<sub>2</sub> pico (Tsiaras, 2010) fator importante quando se trabalha com jovens, como foi dito anteriormente, uma vez que estes tendem a não alcançar o “*steady-state*”.

As figuras que se seguem (2, 3, 4 e 5) são referentes aos instrumentos acima descritos e que foram utilizados na recolha de dados:



Figura 2 – Painel de controlo da Passadeira Technogym Runrace Treadmill HC1200.



Figura 3 - Cicloergómetro Monark 839E.



Figura 4 - Balança Tanita com Bioimpedância Tetrapolar.



Figura 5- Cosmed K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Rome, Italy) com os instrumentos de calibração, os instrumentos de telemetria (PC, antena emissora e recetora), cardiofrequencímetro, mascaras e turbina.

## 5. – Variáveis do estudo

Foram definidos dois conjuntos de variáveis: – variáveis dependentes e variáveis independentes.

Considerou-se como variáveis independentes o género, idade, maturação, nível e hábito de prática desportiva federada ou ausência desta.

Consideramos como variáveis dependentes relativamente aos testes de potência aeróbia (PA) e de potência anaeróbia (PAN) apresentadas na tabela 5:

Tabela 5: Variáveis do teste de potência aeróbia e de potência anaeróbia

Variáveis do teste de PA:	Variáveis do teste PAN:
$VO_{2Max}$	PP
	AP
$VO_{2Rel}$	$PP_{Rel}$
	$AP_{Rel}$
$V_E$	LP
	DP
$FC_B$	%DP
	$V_{EW}$
	$FC_W$

## 6. – Recolha

Durante o período de tempo em decorreram as recolhas de dados foi estabelecido um protocolo que era repetido e seguido minuciosamente.

As recolhas de dados de cada um dos participantes em laboratório decorriam segundo a seguinte sequência:

- 1º) o preenchimento das fichas de registo
- 2º) enquadramento dos participantes no respetivo grupo
- 3º) avaliação das características antropométricas dos participantes
  - Altura
- 4º) medição do peso e bioimpedância
- 5º) teste de PA
- 6º) teste de PAN

Para uma melhor explicação e entendimento do protocolo, apresentam-se os próximos pontos.

### 6.1. – Antropometria

Para a medição da altura colocaram-se os participantes em pé, com as costas e os calcanhares encostados a uma parede vertical (sempre a mesma parede e local), onde estava afixada a régua/fita de medição, tendo sido considerada a distância máxima desde o chão ao ponto mais alto do crânio quando a cabeça está fixada numa posição conhecida como “*Frankfort Plane*” (Bar-Or, 1996).

Este procedimento era repetido 3 vezes, pelo mesmo avaliador, sendo que o valor final considerado era igual à média dos 3 valores (Fragoso & Vieira, 2000) que eram registados por um colaborador.

## 6.2. – Composição corporal

O registo das variáveis peso, %MG e % massa magra (%MM) foi efetuado através da avaliação da composição corporal por bioimpedância com recurso à balança Tanita Tetrapolar - BC558.

Para o efeito, esta foi devidamente programada para cada participante com os dados referentes à altura, idade e género. Após este procedimento inicial o participante colocava-se em pé, descalço, com os calcanhares apoiados na parte metalizada posterior da balança e com a região dos dedos nos apoios metalizados posteriores. Devidamente posicionado, o indivíduo segurava com firmeza as pegadas metalizadas, imóvel, enquanto o estímulo elétrico de baixa intensidade percorre o corpo, permitindo ao instrumento calcular e registar os dados acima descritos.

Este procedimento é o mais recomendado pela bibliografia consultada, por ser um método seguro, rápido e eficaz. O estímulo elétrico dado, determina a resistência oferecida pelos componentes constituintes do corpo à eletricidade, calculando assim a %MG (ACSM, 2006; Bar-Or, 1996; Fragoso & Vieira, 2000; Heyward, 2006; O’Brien, Young & Swaka, 2002).

Contudo, a bibliografia sugere que sejam levados em conta os seguintes fatores quando se avalia a composição corporal por bioimpedância (ACSM, 2006; O’Brien *et al.*, 2002):

- a não ingestão de líquidos e de produtos diuréticos antes da avaliação, para não influenciar o nível de condutividade do estímulo elétrico;

- a prática de exercício físico vigoroso nas 12h que antecedem o momento da avaliação, influencia a precisão dos resultados;

Relativamente às variáveis IMC e %MM, estas foram obtidas através das seguintes fórmulas de cálculo (ACMS, 2006):

$$\%MM = 100\% - \%MG$$

$$IMC = \frac{P}{Alt^2} \quad \text{Nota: Alt em metros}$$

### 6.3. – Calibração dos instrumentos dos testes máximos

Todo o material de espirometria foi devidamente calibrado segundo as instruções do fabricante como sugeria a bibliografia (Duffield *et al.*, 2004). Essa calibração consistia em:

- 1º - Conectar todos os instrumentos entre si;
- 2º - Conectar os instrumentos por fios ao PC que corria o programa de *software*;
- 3º - Fazer uma avaliação do ar atmosférico local (*Room air*);
- 4º - Fornecer uma determinada quantidade de uma mistura de ar conhecida ao aparelho para servir de comparação quando era avaliado o *Room air*;
- 5º - Nova avaliação do “Room air”;
- 6º - Calibração da turbina com recurso a uma seringa de ar com a capacidade de 1L;
- 7º - Teste da turbina pelo investigador.

Uma vez que nas crianças a capacidade de recuperação entre esforços máximos é maior quando comparado com os adultos (Armatas *et al.*, 2010; Ratel *et al.*, 2002), o tempo de recuperação foi estipulado para o ideal de noventa minutos (Rankovic *et al.*, 2007), sendo que o mínimo recomendado é de vinte minutos (Andreacci *et al.*, 2007).

Entre recolhas de participante para participante, todo o material utilizado era desinfetado e recalibrado.

Após a recolha dos dados, para o seu processamento prévio à análise, foi aplicado um filtro temporal de cinco segundos sendo que esta filtragem permite reduzir

substancialmente a quantidade de informação a analisar sem interferir ou colocar em causa os resultados apresentados (Duffield *et al.*, 2004; Pinnington *et al.*, 2001).

Para o teste de PAN, com recurso ao cicloergómetro (Monark, 839E – Suécia) procedeu-se igualmente à calibração do equipamento. Esta consistiu na conexão do ergómetro ao PC, onde era executado o respetivo *software* (Monark Anaerobic Test Software). Seguindo-se as instruções fornecidas pelo *software* procedia-se à deslocação do pêndulo entre cinco posicionamentos diferentes e designados pelo programa, permitindo-lhe aferir da carga que estava a ser aplicada em cada um dos respetivos posicionamentos, após o que o *software* dava por concluída a calibração.

Após concluídos todos os processos de calibração era dado início aos testes e recolha de dados.

#### **6.4. – Teste de potência aeróbia – Protocolo de Balke adaptado**

Para a recolha das variáveis fisiológicas do teste de PA submeteram-se os participantes a um protocolo de esforço máximo que coloca em *stress* o metabolismo aeróbio.

Contudo, a bibliografia sugere que o teste seja adaptado quando se trabalha com crianças ou adolescentes. A redução do tempo de esforço por patamar não só não indica limitações ao nível dos resultados apresentados, como permite reduzir a monotonia da tarefa e aumentar o nível de compromisso dos participantes com a tarefa e com o esforço que estão a realizar (ACSM, 2006; Heyward, 2006; Fernandes, 2006; Rowland, 2005). Assim sendo, o protocolo utilizado é uma adaptação do protocolo original destinado a crianças e adolescentes.

O teste de Balke adaptado é realizado numa passadeira rolante, progressivo, sem intervalo, por patamares de esforço. É um teste de esforço máximo, ou seja, leva os indivíduos à fadiga. Cada patamar de esforço tem a duração de três minutos, ao fim dos quais se aumenta a velocidade em dois  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e a inclinação em 2%. O teste propriamente dito é antecedido de um aquecimento a três  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  sem inclinação, iniciando-se o primeiro patamar de esforço no fim desse período, a uma velocidade de seis  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e a 4% de inclinação (Bar-Or, 2002; Fernandes, 2006; Heyward, 2006; Rowland, 2005).

A tabela 6 apresenta as especificações da aplicação do protocolo do teste adaptado (Fernandes, 2006; Rowland, 2005).

Tabela 6 – Protocolo de Balke adaptado

	Duração (min)	Velocidade (Km/h)	Inclinação (%)
<b>Aquecimento</b>	3	3	0
1º Nível	2	6	4
2º Nível	2	8	6
3º Nível	2	10	8
4º Nível	2	12	10
5º Nível	2	14	12

Foram utilizados como critérios para interrupção do teste os recomendados pelo ACSM (2006), Bar-Or (1996) e Rowland (2005), com as seguintes especificações:

- ✓ Qualquer sinal de dor ou problema cardíaco;
- ✓ Tonturas, fraqueza, perda acentuada da coordenação, cianose, náusea;
- ✓ Ritmo cardíaco não responde às mudanças de esforço solicitadas;
- ✓ Mudanças/Oscilações drásticas no ritmo cardíaco;
- ✓ O participante que pede para interromper o teste;
- ✓ Manifestação física ou verbal de fadiga severa;
- ✓ Falha do equipamento de teste.

O protocolo também previa a interrupção do teste a pedido dos indivíduos quando estes considerassem não estar em condições de continuar a tolerar o esforço a que estavam participantes. Para tal, foi previamente combinado um sinal que ao ser dado levava à interrupção do teste.

Nenhum dos participantes estava familiarizado com o protocolo embora alguns já tivessem trabalhado com passadeiras rolantes e/ou cardiofrequencímetros. Desta forma, foi dada prioridade aos elementos que já tinham utilizado a passadeira rolante, permitindo aos restantes efetuar um ligeiro período de adaptação experimental, sem colocar em fadiga o metabolismo aeróbio ou anaeróbio.

O modelo utilizado para que os participantes tivessem um primeiro contacto com a passadeira rolante era igual ao da passadeira rolante onde era realizado o teste. Este modelo é também o mesmo utilizado por Moore & Murphy (2003), quando pretendiam avaliar o  $VO_{2Max}$  em adultos.

Na figura 6 observa-se um participante a realizar o teste e os equipamentos utilizados durante o mesmo.



**Figura 6** – Participante durante a realização do teste de Balke, com utilização do K4b<sup>2</sup>.

### **6.5. – Teste de potência anaeróbia – Protocolo Wingate (WAnT)**

Para a avaliação da PAN utilizou-se o protocolo de WAnT (Inbar *et al.*, 1996). Este submete os indivíduos a um teste de curta duração e alta intensidade, de esforço máximo, com a duração de trinta segundos “*all out*” (Armstrong *et al.*, 2001; Fernandes, 2006; Obeid *et al.*, 2011; Rowland, 2005; van Praagh, 1998).

No presente estudo, o protocolo foi aplicado com recurso a um cicloergómetro (Monark 839E). Iniciou-se com um aquecimento de três minutos, sendo que no final do primeiro minuto e no final do segundo executou-se um pico de velocidade de três a cinco segundos. Passado este momento, os participantes realizaram um minuto de recuperação passiva, sem sair do cicloergómetro, após o que tinha início o teste, que tinha uma duração de trinta segundos. A este período de esforço seguiu-se um de recuperação ativa de três minutos (Inbar, 1996; van Praagh, 1997).

Durante os trinta segundos de teste os participantes pedalavam à máxima intensidade que lhes era possível.

Durante os primeiros três a cinco segundos não encontravam qualquer resistência e atingiam a máxima frequência de pedalada. Passado este momento e durante vinte e cinco segundos, era aplicada uma resistência proporcional ao peso, na razão de 0.075 kg (0.74N/kg peso corporal) por cada kg de peso corporal (Bloxham *et al.*, 2005; Fernandes, 2006).

O assento do cicloergómetro era regulado em função das necessidades do participante, ou seja, de modo a que este quando estivesse a realizar a sua atividade nunca tivesse a perna em extensão completa ou num ângulo superior a noventa graus sensivelmente. Durante a execução de todo o protocolo os participantes nunca se podiam levantar do assento (Bloxham *et al.*, 2005; Inbar *et al.*, 1996; McLester, Green & Chouinard, 2004).

Apresenta-se na tabela 7 o esquema de realização do protocolo WAnT:

**Tabela 7** – Protocolo WAnT

Fase	Duração	Resistência	Descrição
Aquecimento	3min	0	Execução num ritmo ligeiro com realização de picos aos 60 e aos 120 segundos
Pausa	1min	-----	Período de inatividade
Teste WAnT	30seg	0,75g/Kg	Entrada da resistência aos 5 segundos
Recuperação	3min	-----	Período de inatividade

Durante a realização do teste propriamente dito foi dado incentivo verbal aos participantes para motivar e estimular a sua prestação, como era sugerido pela bibliografia consultada (Armatas *et al.*, 2010; Bloxham *et al.*, 2005).

A figura 7 mostra um participante durante a realização do protocolo:



Figura 7 – Participante durante a realização do teste de WAnT.

## 7. - Tratamento estatístico

Com recurso ao programa de *software IBM SPSS Statistics 20.0* procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados, tendo sido utilizada a estatística descritiva e inferencial. O nível de significância adotado foi  $\alpha = 0,05$ .

As diferenças entre grupos de indivíduos quanto às variáveis antropométricas e de maturação foram avaliadas com o teste *t* de Student para amostras independentes, no caso dos iniciados, e com o teste de Mann-Whitney no caso dos infantis, visto neste caso ser cada amostra constituída por apenas 11 indivíduos.

A associação entre os indicadores da capacidade aeróbia e da capacidade anaeróbia foi quantificada com o coeficiente de correlação linear de Pearson e o correspondente teste de significância assintótico.

O impacto do grau de maturação (identificado neste estudo com o escalão) e do treino na capacidade aeróbia e na capacidade anaeróbia, e o efeito conjunto destes fatores (interação), foram avaliados através da análise de variância a dois fatores (*Two-way ANOVA*) com somas de quadrados de tipo III, considerando como fatores fixos o escalão e o treino, e como variável dependente os indicadores da capacidade aeróbia e da capacidade anaeróbia.

A análise descritiva dos resíduos dos modelos de *ANOVA* ajustados aos vários indicadores e os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk não indicaram desvios significativos da condição de normalidade. Também a condição de homogeneidade das variâncias nos quatro subgrupos INF NT, INF T, INIC NT e INIC T não foi em geral posta em dúvida pelos diagramas de extremos e quartis e pelo teste de Levene. Uma exceção foi a variável  $AP_{Rel}$ , para a qual se obtiveram valores de prova próximos de 0,05, embora ainda um pouco superiores ( $0,051 \leq p \leq 0,076$ ) quando o teste de Levene era aplicado aos resíduos homogeneizados (*studentized*), ou quando se aplicavam as variantes robustas do teste de Levene clássico disponíveis no *SPSS* através do comando *Explore*.

Uma análise mais pormenorizada revelou que o grupo dos iniciados não treinados é aquele cuja variabilidade se destaca dos restantes, o que pode ser atribuído em parte à presença de um indivíduo com o valor excecionalmente baixo de 3,3 W/kg de  $AP_{Rel}$  neste grupo. Refez-se a *ANOVA* excluindo o referido indivíduo, sem que os resultados se alterassem apreciavelmente, pelo que decidimos prosseguir com a *ANOVA* também para a variável  $AP_{Rel}$ , e incluir na análise todos os indivíduos.



## **Capítulo IV**

### **Resultados**



## 1. – Introdução

Explicada a metodologia aplicada para resolver o problema colocado, pretende--se com o presente capítulo apresentar os resultados obtidos pela medição da antropometria, da potência aeróbia (PA) e da potência anaeróbia (PAN).

Segue-se a apresentação dos resultados recolhidos, expostos em valores de média, desvio padrão, máximos e mínimos. Estas identificam os valores obtidos na caracterização dos grupos nas componentes antropométrica, aeróbia e anaeróbia.

São também indicadas as diferenças significativas, obtidas pela estatística inferencial, que se verificaram entre os grupos, e os níveis de correlação entre as variáveis do teste de PAN e de PA.

Apresenta-se assim uma comparação entre os participantes treinados da modalidade de futebol (T) e não treinados (NT), para identificar algum, possível, efeito do treino sobre a PA e a PAN, e compreender se a prática regular de futebol é um fator conducente à evolução metabólica e se os metabolismos evoluem em simultâneo. A avaliação dos resultados permitiu, então, responder ao problema levantado no início deste trabalho.

Compararam-se também os escalões de iniciados e infantis (INI e INF), com o propósito de compreender o nível de impacto que a idade e maturação poderão ter na prestação aeróbia e anaeróbia e de que forma os níveis de correlação se distinguem de um escalão para o outro.

## 2. – Caracterização da amostra

Nos sub pontos que se seguem são apresentados, separadamente, os valores que caracterizam os grupos em estudo dos escalões INI e INF, sendo também efetuada a sua análise e a discriminação das diferenças e semelhanças que se verifiquem entre os participantes T e NT.

Refira-se que o grupo de INI era constituído por 42 elementos distribuídos em dois subgrupos de 21 participantes cada (T: n=21; NT: n=21), enquanto o grupo INF contava com 22 participantes divididos por dois subgrupos (T: n=11; NT: n=11).

Apresentam-se, igualmente, os valores relativos às comparações entre escalões, para se avaliar se se verificam diferenças de um escalão para outro.

## 2.1. – Caracterização dos iniciados

A tabela 8 apresenta a caracterização antropométrica e de maturação dos subgrupos do escalão etário de iniciados.

Tabela 8 – Caracterização antropométrica escalão de iniciados (INI) – Participantes Treinados (T) e Participantes Não Treinados (NT).

	Med ± DPd		Min – Max	
	T (n= 21)	NT (n= 21)	T (n= 21)	NT (n= 21)
Idd (anos)	13,9 ± 0,7	13,9 ± 0,8	13,0 – 15,0	13,0 – 15,0
Mat	4,0 ± 0	4,0 ± 0	4,0 – 4,0	4,0 – 4,0
Alt (cm)	163,4 ± 7,0	163,5 ± 6,6	147,0 – 177,0	153,3 – 173,6
P (kg)	54,9 ± 10,6	58,9 ± 11,7	36,9 – 77,5	39,0 – 85,9
IMC (kg•m <sup>-2</sup> )	20,5 ± 3,0	22,1 ± 4,4	16,0 – 28,2	16,0 – 31,3
%MG (%)	17,1 ± 4,3 *	21,0 ± 6,5 *	12,0 – 32,5	12,5 – 35,3
%MM (%)	82,9 ± 4,3 *	79,0 ± 6,5 *	67,5 – 88	64,7 – 87,5

Idade (Idd), Maturação (Mat), Altura (Alt), Peso (P), Índice de Massa Corporal (IMC), % Massa Gorda (%MG), % Massa Magra (%MM). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0.05$ ).

Pela sua análise, verifica-se que os subgrupos são semelhantes relativamente à idade cronológica e maturação, não tendo sido verificadas diferenças significativas entre os grupos.

Ao nível antropométrico, também não foram observadas diferenças significativas entre a maioria das variáveis como a Alt, P e IMC.

Os valores médios de Alt dos grupos são aproximados (T: 163,4 cm; NT: 163,5 cm), sendo também que a dispersão de resultados é praticamente a mesma. Observando os valores máximos e mínimos, verifica-se também que os participantes mais altos (T: 177,0 cm; NT: 173,6 cm) e mais baixos (T: 147,0 cm; NT: 153,3 cm) de ambos os grupos apresentam estaturas muito semelhantes, espelhando a homogeneidade dos subgrupos.

Relativamente ao P, apesar da semelhança entre os valores médios (T: 54,9 kg; NT: 58,9 kg), observou-se que nos valores máximos e mínimos havia, nos subgrupos, participantes com o dobro do peso dos participantes mais leves, ou seja, participantes com menos de 40 kg e outros com mais de 80 kg. Contudo, estes representam casos pontuais, como se pode verificar pelo desvio padrão à média dos subgrupos.

O mesmo se pode afirmar do IMC, em relação às médias, em que os valores dos grupos são aproximados (T: 20,5 kg•m<sup>-2</sup>; NT: 22,1 kg•m<sup>-2</sup>), mas onde os valores máximos e mínimos são um pouco distintos. Esta situação verifica-se pela influência do P, nos participantes com IMC mais elevado e mais baixo.

Mas, ao nível da constituição corporal, os grupos apresentam diferenças significativas ao nível da %MG (T: 17,1%; NT: 21,0%) e %MM (T: 82,9%; NT: 79,0%). Nestas variáveis, constata-se uma grande disparidade ao nível dos valores máximos e mínimos dos grupos, sendo que os valores médios diferem em 4%. Já que se fala da percentagem de gordura corporal, a variação de valores assume uma importância maior do que o P ou a Alt, uma vez que a %MG tem implicações diretas sobre a saúde das pessoas (ACSM, 2009).

## 2.2. – Caracterização dos infantis

A tabela 9 caracteriza os grupos ao nível das variáveis antropométricas, idade e nível de maturação nos infantis.

Tabela 9 – Caracterização antropométrica escalão de infantis (INF) – Participantes Treinados (T) e Participantes Não Treinados (NT).

	Med ± DPd		Min – Max	
	T (n= 11)	NT (n= 11)	T (n= 11)	NT (n= 11)
Idd (anos)	11,3 ± 0,5	10,9 ± 0,3	11 – 12	10 – 11
Mat	1,0 ± 0	1,0 ± 0	1,0 ± 0	1,0 ± 0
Alt (cm)	146,3 ± 6,4	144,1 ± 5,5	138 – 156	135,0 – 156,5
P (kg)	44,1 ± 6,9	40,1 ± 7,3	37,4 – 62,0	31,7 – 55,8
IMC (kg • m <sup>-2</sup> )	20,6 ± 2,7	19,2 ± 2,4	16,2 – 25,8	16,1 – 23,1
%MG (%)	26,1 ± 5,3	22,8 ± 6,1	16,6 – 34,2	17,7 – 34,4
%MM (%)	73,9 ± 5,3	77,2 ± 6,1	65,8 – 83,4	65,6 – 82,3

Idade (Idd), Maturação (Mat), Altura (Alt), Peso (P), Índice de Massa Corporal (IMC), % Massa Gorda (%MG), % Massa Magra (%MM). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0.05$ ).

Relativamente aos participantes que se apresentam no escalão INI, não foram verificadas diferenças significativas ao nível das variáveis da Idd, Mat, Alt, P, IMC, %MG e %MM. Contudo verifica-se a existência de uma tendência para que os participantes T apresentem valores médios, máximos e mínimos ligeiramente superiores aos participantes NT em todas as variáveis, exceto na Mat e %MM.

Como mostra a tabela 9, é na variável Alt (T: 146,3 cm; NT: 144,1 cm) que se verifica o maior equilíbrio entre os valores médios dos dois subgrupos, com a diferença média a não ser superior a 2,2 cm.

Na variável P, os participantes T (44,1 kg) apresentaram um valor superior em 4 kg mas que não representa a existência de uma diferença estatisticamente significativa relativamente aos resultados verificados nos participantes NT (40,1 kg).

Nas variáveis IMC, %MG e %MM, apesar de os valores médios serem ligeiramente distintos, o tratamento estatístico dos dados obtidos não revelou existir diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, neste escalão etário.

### 2.3. – Comparação entre iniciados e infantis

No presente ponto são apresentados os resultados inerentes à comparação dos participantes treinados da modalidade de futebol com os não treinados nas suas respetivas categorias (INI e INF).

Os resultados da comparação dos subgrupos estão expostos na tabela 10, onde é evidenciado também a influência dos factores “escalão” (Esc) e “condição” (Cod) de treinado ou não treinado, assim como a influência de ambos os factores associados (Esc\*Cod).

Tabela 10 – Comparação antropométrica entre subgrupos em função do Esc e da Cod – Variáveis P (Peso), Alt (Altura), %MG (%Massa Gorda), %MM (%Massa Magra), IMC (Índice de massa corporal). ESC (Escalão: INF e INI), COD (Condição: NT e T), ESC\*COD (Interação ESC x COD). \* Diferenças significativas ( $p < .05$ )

	Dif. Média		Eta parcial quadrado			Sig. <0,05		
	Esc	Cod	Esc	Cod	Esc*Cod	Esc	Cod	Esc*Cod
P	14,8*	0,4	,35	,00	,04	,00	,99	,13
Alt	18,2*	1,1	,65	,01	,01	,00	,54	,51
%MG	-5,4*	-0,3	,19	,00	,09	,00	,82	,02
%MM	5,4*	0,3	,19	,00	,09	,00	,82	,02
IMC	1,4	-0,1	,04	,00	,05	,13	,90	,10

Pelo exposto na tabela 10, relativamente ao P, observa-se uma variação de 14,8 kg em função do escalão e de 0,4 kg em função do nível de condição (T ou NT), em favor dos INI, sendo que no primeiro caso as diferenças são estatisticamente significativas. Ou seja, que de um escalão para o outro, os participantes INI, independentemente do Cod, tendem a ser 14,8 kg mais pesados que os INF.

Na Alt foram verificadas diferenças significativas entre os valores médios dos escalões (18,2 cm em favor dos INI) e as diferenças verificadas em função da Cod (1,1 cm) não são estatisticamente significativas.

Para a %MG e %MM as diferenças são estatisticamente significativas em função do escalão (-5,4% e 5,4%). Neste caso, os participantes INI apresentam menos %MG e consequentemente mais %MM.

Das variáveis antropométricas e de constituição física avaliadas, é no IMC que não se verifica a existência de diferenças significativas, sendo que a variação entre os valores das médias em função do Esc não ultrapassa os 1,4 e os -0,1 em função do Cod.

### 3. – Perfil aeróbio da amostra

#### 3.1. – Perfil aeróbio iniciados

A tabela 11 caracteriza o perfil aeróbio de ambos os subgrupos do escalão de iniciados, com especial atenção sobre o consumo de O<sub>2</sub> e a resposta cardiorrespiratória.

Tabela 11 – Caracterização da PA no escalão de iniciados (INI) – Participantes Treinados (T), Participantes Não Treinados (NT). VO<sub>2Max</sub> absoluto (VO<sub>2Abs</sub>), VO<sub>2Max</sub> relativo (VO<sub>2Rel</sub>), Ventilação (V<sub>EB</sub>), Frequência Cardíaca no teste de Balke (FC<sub>B</sub>). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0.05$ ).

	Med ± DPd		Min – Max	
	T (n= 21)	NT (n= 21)	T (n= 21)	NT (n= 21)
VO <sub>2Abs</sub> (L•min <sup>-1</sup> )	3,8 ± 0,6 *	3,2 ± 0,6 *	2,9 – 4,8	2,5 – 4,5
VO <sub>2Rel</sub> (mL•kg <sup>-1</sup> •min <sup>-1</sup> )	70,7 ± 7,1 *	55,6 ± 8,3 *	58,2 – 84,0	36,2 – 67,7
V <sub>EB</sub> (L•min <sup>-1</sup> )	123,2 ± 18,7 *	108,4 ± 21,6 *	89,9 – 158,7	71,5 – 158,8
FC <sub>B</sub> (b•min <sup>-1</sup> )	191,0 ± 6,1 *	195,7 ± 4,2 *	181,0 – 202,0	188,0 – 206,0

Como é mostrado na tabela 11 o perfil aeróbio dos subgrupos é distinto, existindo diferenças significativas em todas as variáveis, ou seja, tanto ao nível do consumo absoluto e do consumo relativo de O<sub>2</sub>, assim como ao nível da resposta ventilatória e cardíaca ao esforço.

Foram considerados os valores pico de VO<sub>2Abs</sub> e VO<sub>2Rel</sub> assim como os valores máximos de V<sub>E</sub> e FC, como sugerido pela bibliografia (Akkerman et al., 2010; Rowland, 2005).

Pode-se afirmar que os participantes T (3,8 L•min<sup>-1</sup>) consumiram, em média, mais 0,6 L de O<sub>2</sub> que os NT (3,2 L•min<sup>-1</sup>), em termos absolutos ( $P < 0,002$ ). Mas, em termos relativos, essa diferença de consumo é ainda mais acentuada, com os valores médios a diferirem entre 55,6 mL•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup> e 70,7 mL•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup>, com valores de desvio padrão inferiores a 9 unidades.

Mesmo comparando os valores máximos e mínimos do  $VO_{2Rel}$  dos grupos, verifica-se que o valor máximo atingido por um participante NT ( $67,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) não atinge o valor médio de todos os participantes T ( $70,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Tal facto, permite constatar o nível de diferenças verificado entre os grupos ( $P < 0,000$ ) ao nível dos consumos de oxigénio.

Também ao nível da  $V_{EB}$  os valores diferem estatisticamente de forma significativa entre os subgrupos ( $P < 0,023$ ), o que pressupõem que haja uma resposta ventilatória mais intensa por parte dos participantes T ( $123,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) em relação aos NT ( $108,9 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), a ser discutida mais adiante. Salientem-se igualmente as diferenças entre os valores mínimos que são superiores nos T, com uma diferença superior aos  $18 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Outra variável em que os grupos diferem de forma significativa, é a da  $FC_B$  com os participantes NT ( $195,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a apresentarem valores médios superiores aos verificados nos T ( $191,0 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Ainda assim, a diferença média é de  $5 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , indicando que ao nível da resposta cardíaca, os participantes apresentam uma reação ao esforço muito parecida na prática, apesar de estatisticamente esta diferir de forma significativa ( $P < 0,007$ ).

De uma maneira geral, pode-se então afirmar que o metabolismo e perfil aeróbio dos participantes T apresenta uma resposta ao exercício superior, com maior eficácia e intensidade.

### 3.2. – Perfil aeróbio dos infantis

A tabela 12 caracteriza o perfil aeróbio de ambos os subgrupos do escalão de infantis, sendo o consumo de oxigénio absoluto ( $VO_{2Abs}$ ) e relativo ( $VO_{2Rel}$ ) e a resposta cardiorrespiratória ( $FC_B$  e  $V_{EB}$ ) o foco da apresentação de dados.

Tabela 12 – Caracterização da PA escalão de infantis (INF) – Participantes Treinados (T), Participantes Não Treinados (NT).

	Med ± DPd		Min – Max	
	T (n= 11)	NT (n= 11)	T (n= 11)	NT (n= 11)
$VO_{2Abs}$ ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ )	2,5 ± 0,4	2,3 ± 0,3	2,0 – 3,3	1,9 – 3,0
$VO_{2Rel}$ ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	58,02 ± 9,75	57,5 ± 9,93	43,5 – 75,6	41,2 – 70,7
$V_{EB}$ ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ )	84,72 ± 18,24	75,41 ± 10,88	52,9 – 109,3	57,4 – 91,5
$FC_B$ ( $\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$ )	193,7 ± 7,11 *	204,5 ± 5,97 *	182,0 – 205,0	195,0 – 213,0

$VO_{2Max}$  absoluto ( $VO_{2Abs}$ ),  $VO_{2Max}$  relativo ( $VO_{2Rel}$ ), Ventilação ( $V_{EB}$ ), Frequência Cardíaca no teste de Balke ( $FC_B$ ). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0,05$ ).

Como se observa na tabela 12, não se verificam diferenças significativas nem ao nível do  $VO_{2Abs}$ , entre o grupo T ( $2,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e NT ( $2,3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), nem ao nível do  $VO_{2Rel}$  (T:  $58,02 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ; NT:  $57,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), ao contrário do que se verificou no escalão de INI.

Os valores apresentados pelos grupos são muito próximos, apesar de se manifestar uma tendência para que os participantes T apresentem valores médios mais elevados no  $VO_{2Abs}$ , no  $VO_{2Rel}$  ou na  $V_{EB}$ .

É na variável da  $FC_B$  que se sublinham as diferenças entre os grupos, em que os participantes T ( $193,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) apresentam valores médios mais baixos, sendo a diferença para os NT ( $204,5 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) estatisticamente significativa.

Atendendo à proximidade dos valores médios ao nível do consumo de  $O_2$  (absoluto e relativo) e da ventilação, constata-se que, para os mesmos níveis de consumo de  $O_2$  e de  $V_E$ , os participantes T apresentam uma  $FC_B$  significativamente mais baixa que os participantes NT.

Verifica-se assim, que para consumos médios de oxigénio aproximados, os participantes T ( $193,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) tendem a realizar em média menos  $11 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  em relação aos participantes NT ( $204,5 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ), em que estes colocam em maior esforço o músculo cardíaco, numa intensidade de esforço máxima (Castelo, 2003), com valores superiores a  $200 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Pelos resultados obtidos e apresentados, não se pode afirmar categoricamente que há uma maior eficiência do metabolismo aeróbio de um subgrupo em relação ao outro, porém, há maior eficiência da resposta cardíaca.

### **3.3. – Comparação do perfil aeróbio dos iniciados e infantis**

Caracterizados ambos os escalões e respetivos grupos, apresentam-se agora os resultados da comparação das variáveis aeróbias entre os participantes treinados e não treinados dos grupos de iniciados e infantis, na tabela 13.

Tabela 13 – Comparação da PA entre subgrupos em função do Esc e da Cod –

	Dif. Média		Eta parcial quadrado			Sig. <0,05		
	Esc	Cod	Esc	Cod	Esc*Cod	Esc	Cod	Esc*Cod
VO <sub>2Abs</sub>	1,1*	0,4*	,54	,15	,02	,00	,00	,23
VO <sub>2Rel</sub>	5,4*	7,8*	,09	,17	,15	,02	,00	,00
V <sub>EB</sub>	35,7*	12,0*	,47	,09	,01	,00	,02	,58
FC <sub>B</sub>	-5,8*	-7,7*	,20	,30	,07	,00	,00	,04

Variáveis VO<sub>2Abs</sub>, VO<sub>2Rel</sub>, V<sub>EB</sub> e FC. ESC (Escala: INF e INI), COD (Condição: NT e T), ESC\*COD (Interação ESC x COD).

\* Diferenças significativas (p < .05)

Como pode ser constatado nas duas primeiras colunas da tabela 13, existem diferenças significativas em todas as variáveis aeróbias, seja em função do Esc, seja em função do Cod.

Para o VO<sub>2Abs</sub>, assinala-se a existência de uma variação das médias de 1,1 L•min<sup>-1</sup> em função do escalão (sig. <0,05) e de 0,4 L•min<sup>-1</sup> em função da Cod, sendo que estas podem resultar em 54% da influência do Esc e 15% do Cod, tendo em conta que o resultado da interação destes dois fatores não ultrapassa os 2%.

As diferenças significativas são observadas também na variável VO<sub>2Rel</sub>, seja em função do Esc, do Cod ou da interação de ambos os fatores (Esc\*Cod), com valores de sig. <0,05. Olhando aos valores pode-se verificar que, em função do Esc, as médias diferem em 5,4 mL•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup>, com os INI a atingirem valores mais elevados. O mesmo se verifica em função da Cod, com a variação das médias a ser ligeiramente superior (7,8 mL•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup>).

Pela análise da tabela apresentada pode-se inferir que o Esc influencia em 9% as variações reportadas, em que a Cod é responsável por 17% destas diferenças. Contudo, note-se o impacto da interação do Esc\*Cod que poderá ser responsável por 15% da variação das médias apresentadas.

Para que melhor se compreenda o que foi anteriormente descrito, observe-se as figuras 8 e 9.

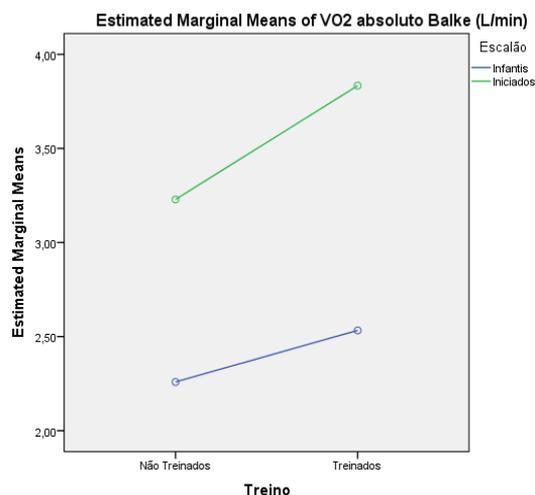


Figura 8 – Diagrama de perfis para as médias marginais de  $VO_{2Abs}$

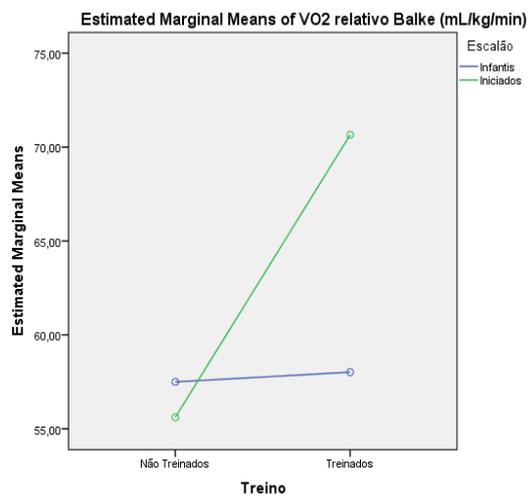


Figura 9 – Diagrama de perfis para as médias marginais de  $VO_{2Rel}$

A figura 8 mostra que o treino está associado a um aumento da capacidade aeróbia, onde o perfil paralelo de ambas as retas indica que o treino tende a ter o mesmo tipo de efeito sobre a variável de  $VO_{2Abs}$  nos dois escalões.

A posição superior (em relação ao eixo do Y), de uma das retas relativamente à outra, indica que há um aumento dos valores médios associados ao escalão, ou seja, os INI (T ou NT) tendem a apresentar um valor superior de  $VO_{2Abs}$  em relação aos INF. Todavia, o perfil apresentado na figura 9 é de retas concorrentes. Os participantes NT dos INI apresentam valores médios inferiores aos NT dos INF, como se pode observar pelos valores apresentados nas tabelas 12 e 13. Contudo, quando a Cod se associa ao Esc, nota-se que a evolução dos participantes T do grupo INI é largamente superior à evolução apresentada pelos participantes T do grupo INF, sendo este um indicador de que a treinabilidade do  $VO_{2Rel}$  nos INI tende a ser superior à dos INF.

Retornando à análise da tabela 13 e observando as variáveis da resposta cardiorrespiratória ( $V_E$  e FC), verifica-se a existência de diferenças significativas da  $V_E$  em função do Esc e da Cod. A variação das médias em função do Esc, é de  $35,7 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  e de  $12,0 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  em função da Cod podendo estas variações ser explicadas em 47% pelo primeiro factor e 9% pelo segundo. Esta variação é positiva para os participantes INI que apresentam os valores mais elevados.

Relativamente à FC são os participantes INI (T e NT) que apresentam valores médios inferiores, sendo que a variação das médias é de  $-5,8 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  em função do Esc e de  $-7,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  em função da Cod. Refira-se igualmente que estas variações são significativas também em função da interação Esc\*Cod, o que indica que a capacidade

do músculo cardíaco melhora quando se associa o crescimento cronológico ao treino. As variações verificadas podem ser justificadas em 20% pelo Esc, 30% pela Cod e 7% pela interação Esc\*Cod.

#### 4. – Perfil anaeróbio da amostra

##### 4.1. – Perfil anaeróbio iniciados

A tabela 14 apresenta os resultados relativos às variáveis anaeróbias dos participantes treinados e não treinados do grupo de iniciados.

Tabela 14 – Caracterização da PAN no escalão de iniciados (INI) – Participantes Treinados (T), Participantes Não Treinados (NT). Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power Relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power Relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (LP), Drop Power (DP), % Drop Power (%DP), Ventilação (V<sub>EW</sub>), Frequência Cardíaca (FC<sub>W</sub>). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0.05$ ).

	Med ± DPd		Min – Max	
	T (n= 21)	NT (n= 21)	T (n= 21)	NT (n= 21)
PP (W)	511,3 ± 88,6	511,1 ± 118,6	389,0 – 691,0	346,0 – 834,0
AP (W)	336,6 ± 47,7	320,0 ± 79,9	244,4 – 399,6	193,2 – 490,2
PP <sub>Rel</sub> (W•kg <sup>-1</sup> )	9,4 ± 1,0 *	8,7 ± 0,9 *	7,4 – 11,0	6,4 – 9,9
AP <sub>Rel</sub> (W•kg <sup>-1</sup> )	6,2 ± 0,6 *	5,5 ± 1,1 *	4,6 – 7,3	3,3 – 6,9
LP (W)	254,4 ± 66,2	233,4 ± 95,4	121,0 – 405,0	29,0 – 380,0
DP (W)	256,9 ± 78,6	277,7 ± 91,7	127,0 – 464,0	126,0 – 501,0
DP (%)	50,0 ± 11,0	54,7 ± 16,0	23,9 – 79,3	25,1 – 92,7
V <sub>EW</sub> (L•min <sup>-1</sup> )	102,3 ± 14,8	91,8 ± 22,3	77,3 – 130,8	61,8 – 143,7
FC <sub>W</sub> (b•min <sup>-1</sup> )	184,7 ± 11,3	187,8 ± 7,2	170,0 – 209,0	177,0 – 201,0

Das nove variáveis consideradas para a avaliação do metabolismo anaeróbio, os grupos diferem estatisticamente de forma significativa em duas, concretamente no PP<sub>Rel</sub> e no AP<sub>Rel</sub>.

Analisando a tabela 14, o valor médio de pico de potência atingido por ambos os grupos, em termos absolutos, apresenta valores semelhantes, verificando-se no grupo NT uma maior dispersão de resultados. Todavia, o valor máximo registado foi obtido por um participante NT (834 W), com um valor consideravelmente superior ao melhor participante T (691 W).

O valor médio de potência atingido, ao longo do teste, é também aproximado entre os grupos não se tendo verificado diferenças significativas entre os T (336,6 W) e os NT

(320,0 W). Contudo, ao nível dos valores máximos observados estes foram mais elevados no grupo NT (NT:490,2 W; T: 399,6 W).

Mas é nas variáveis relativas, ou seja, relacionadas com a potência produzida e o peso dos participantes, que existem diferenças significativas. Os valores médios de  $PP_{Rel}$  no grupo T são superiores aos verificados no grupo NT (respetivamente  $9,4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e  $8,7 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $P < 0,015$ ), tendo-se verificado o mesmo ao nível do  $AP_{Rel}$  (T:  $6,2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; NT:  $5,5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $P < 0,022$ ).

Contrariamente ao verificado nos valores máximos de PP e AP, é nos participantes T que se apresentam valores máximos de  $PP_{Rel}$  ( $11 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) e  $AP_{Rel}$  ( $7,3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) mais elevados em relação aos NT ( $PP_{Rel}$ :  $9,9 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $AP_{Rel}$ :  $6,9 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Estes resultados permitem reafirmar a importância que o P tem na prestação absoluta dos participantes no teste de PAN e CAN, pois se avaliarmos a potência produzida por quilograma corporal, os valores podem não diferir tanto ou até serem inversos dos que se verificam em termos absolutos.

Sendo um teste de exaustão “*all-out*”, os valores finais alcançados no teste WAnT são inferiores aos valores pico verificados no início do teste, como pôde ser observado na figura 1 apresentada no capítulo II. Neste caso, o LP dos participantes T (254,4 W) foi, em média, superior ao dos NT (233,4 W), deixando compreender que no fim do teste, os participantes T conseguiam produzir mais potência que os NT.

Este facto indica que há um menor DP nos participantes T (255,9 W) em comparação com os NT (277,7 W), ou seja, a queda de prestação no primeiro grupo é menos acentuada que a queda do segundo grupo. O mesmo se pode afirmar quando se avalia a queda percentual na prestação dos grupos ao longo do teste.

Saliente-se que na diferença entre o PP e o LP está subjacente o valor de DP (T:  $256,9 \text{ W} \pm 78,6$ ; NT:  $277,7 \text{ W} \pm 91,7$ ) que é mais elevado nos participantes NT, ou seja, estes tendem a apresentar um índice de fadiga superior aos participantes T, apesar de terem a mesma capacidade média de produção de PP. Dito de outra forma, o grupo NT perde ao longo do tempo, em média,  $54,7\% \pm 16,0$  da sua capacidade de produzir força enquanto o grupo T perde  $50,0\% \pm 11,0$ .

Da avaliação da resposta cardiorrespiratória dos participantes realizada durante o teste WAnT, os resultados que se apresentam na tabela 14, permitem compreender que não há diferenças significativas entre os grupos para as variáveis de  $V_{EW}$  e  $FC_w$ , apesar

de os valores médios serem mais favoráveis ao grupo T, que apresentam uma FC inferior e uma  $V_E$  superior.

#### 4.2. – Perfil anaeróbio dos infantis

Para os participantes pertencentes ao escalão de infantis foram levadas em conta as mesmas nove variáveis que para o escalão de iniciados. A tabela 15 apresenta os resultados das características anaeróbias dos subgrupos de treinados e não treinados no escalão de infantis.

Tabela 15 – Caracterização da PAN no escalão infantis (INF) – Participantes Treinados (T), Participantes Não Treinados (NT).

	Med $\pm$ DPd		Min – Max	
	T (n= 11)	NT (n= 11)	T (n= 11)	NT (n= 11)
PP (W)	333,2* $\pm$ 39,0	288,6* $\pm$ 59,4	289,0 – 399,0	209,0 – 403,0
AP (W)	210,5* $\pm$ 22,1	183,5* $\pm$ 31,8	186,0 – 260,0	152,0 – 249,0
PP <sub>Rel</sub> (W•kg <sup>-1</sup> )	7,6 $\pm$ 0,8	7,2 $\pm$ 1,0	6,3 – 8,7	5,4 – 8,7
AP <sub>Rel</sub> (W•kg <sup>-1</sup> )	4,8 $\pm$ 0,7	4,6 $\pm$ 0,7	3,7 – 6,2	5,5 – 3,3
LP (W)	160,9* $\pm$ 23,3	131,5* $\pm$ 36,5	139,0 – 220,0	48,0 – 182,0
DP (W)	172,3 $\pm$ 40,5	157,1 $\pm$ 41,7	127,0 – 260,0	79,0 – 221,0
DP (%)	47,2 $\pm$ 5,5	45,5 $\pm$ 7,9	37,6 – 56,1	33,8 – 56,5
V <sub>EW</sub> (L•min <sup>-1</sup> )	71,1 $\pm$ 10,2	63,8 $\pm$ 7,8	55,2 – 89,2	51,4 – 74,1
FC <sub>w</sub> (b•min <sup>-1</sup> )	186,8 $\pm$ 6,4	185,7 $\pm$ 14,5	172 – 198	156 – 203

Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power Relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power Relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (LP), Drop Power (DP), % Drop Power (%DP), Ventilação (V<sub>EW</sub>), Frequência Cardíaca (FC<sub>w</sub>). \* Com diferenças significativas entre grupos ( $P < 0.05$ ).

Relativamente a este escalão observaram-se diferenças significativas nas variáveis de PP (T: 333,2 W; NT: 288,6 W) e AP (T: 210,5 W; NT: 183,5 W), ou seja, nas variáveis que representam a PAN e a CAN dos participantes durante um teste de WAnT.

Neste caso, não só as diferenças são estatisticamente significativas, como a magnitude do seu impacto na prestação dos participantes no teste WAnT é reveladora da capacidade e potência absoluta dos participantes T (PP: 333,2 W; AP: 210,5 W) em relação aos participantes NT (PP: 288,6 W; AP: 183,5 W) do escalão de INF.

À semelhança do que se viu no grupo INI, é um participante do grupo NT que apresenta o valor máximo de PP mais elevado (403 W). Todavia os valores mínimos de um grupo e do outro nas variáveis de PP e AP são bastantes diferentes, sendo que o grupo NT apresenta valores mínimos inferiores (PP: 209 W; AP: 152 W) quando comparado com o grupo T (PP: 289 W; AP: 186 W).

Mas se em termos absolutos foram verificadas diferenças significativas entre os grupos, o mesmo não se verifica nas variáveis relativas de  $PP_{Rel}$  (T:  $7,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; NT:  $7,2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ \*) e  $AP_{Rel}$  (T:  $4,8 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; NT:  $4,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) onde os subgrupos apresentam valores médios aproximados.

Outra variável onde se verifica a existência de diferenças significativas entre os grupos é a de LP, que reflete o último dado obtido de força produzida pelos participantes no final do teste WAnT, tendendo a ser o valor mais baixo atingido, depois de ser ultrapassado o PP. Também neste caso são os participantes T ( $160,9 \text{ W}$ ) que atingem o valor mais elevado (NT:  $131,5 \text{ W}$ ) sendo que o impacto prático deste intervalo é também relevante pois trata-se, sensivelmente, de  $30 \text{ W}$ .

Como foi dito anteriormente, a diferença entre o PP e o LP permite calcular o DP (T:  $172,3 \text{ W}$ ; NT:  $157,1 \text{ W}$ ) que foi superior nos participantes T, ou seja, no fim do teste foram estes a apresentar um índice de fadiga mais elevado, apesar das diferenças entre os grupos não serem significativas.

Outro aspeto a referir prende-se com a análise feita à resposta cardiorrespiratória dos participantes INF, sendo que, também nas variáveis que permitem a avaliação do sistema cardíaco e respiratório não foram detetadas diferenças significativas entre os participantes T ( $V_{EW}$ :  $71,1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ; FC:  $186,8 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e os participantes NT ( $V_{EW}$ :  $63,8 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ; FC:  $185,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

#### 4.3. – Comparação do perfil anaeróbio dos iniciados e infantis

A tabela 16 apresenta os resultados relativos à comparação do perfil anaeróbio dos escalões de iniciados e de infantis.

Tabela 16 – Comparação da PAN entre subgrupos em função do Esc e da Cod.

	Dif. Média		Eta parcial quadrado			Sig. <0,05		
	Esc	Cod	Esc	Cod	Esc*Cod	Esc	Cod	Esc*Cod
PP	200,3*	22,4	,54	,01	,01	,00	,36	,37
AP	131,5*	21,6	,57	,04	,00	,00	,15	,71
$PP_{Rel}$	1,6*	0,6*	,43	,08	,01	,00	,03	,49
$AP_{Rel}$	1,1*	0,4	,32	,06	,02	,00	,05	,30
LP	97,8*	25,2	,32	,03	,00	,00	,18	,82
DP	102,6*	-2,77	,31	,00	,01	,00	,89	,37
%DP	6,0	-1,6	,06	,00	,02	,07	,63	,32
$V_{EW}$	29,6*	8,9*	,44	,07	,00	,00	,04	,71
$FC_w$	-0,0	-1,0	,00	,00	,01	,99	,70	,43

Variáveis PP, AP,  $PP_{Rel}$ ,  $AP_{Rel}$ , LP, DP, %DP,  $V_E$ ,  $FC_w$ . Esc (Escala: INF e INI), Cod (Condição: NT e T), Esc\*Cod (Interação Esc e Cod). \* Diferenças significativas ( $p < .05$ )

Pela análise da tabela 16 verifica-se a existência de diferenças significativas na variável PP em função do Esc de 200,3 W, sendo que este factor pode justificar 54% da diferença manifestada. No entanto, o factor Cod ou a sua interação com o Esc (Esc\*Cod) não ultrapassam 1%.

Observando os dados da variável AP, regista-se uma diferença média de 131,5 W em função do Esc e de 21,6 W em função do Cod, sendo que no primeiro caso as diferenças são significativas e no segundo, não. Assim, verifica-se que o Esc tende a justificar 57% das diferenças verificadas, enquanto o Cod não ultrapassa os 4% e o Esc\*Cod 0%.

As diferenças agora apontadas podem ser observadas nas figuras 10, 11, 12 e 13 que representam os valores médios de PP dos grupos T (INI: 511,3 W; INF: 333,2 W) e NT (INI: 511,1 W; INF: 288,6 W), de AP dos T (INI: 336,6 W•kg<sup>-1</sup>; INF: 210,5 W•kg<sup>-1</sup>) e NT (INI: 320,0 W•kg<sup>-1</sup>; INF: 183,5 W•kg<sup>-1</sup>) e os de LP dos T (INI: 254,4 W•kg<sup>-1</sup>; INF: 160,9 W•kg<sup>-1</sup>) e NT (INI: 234,4 W•kg<sup>-1</sup>; INF: 131,5 W•kg<sup>-1</sup>).

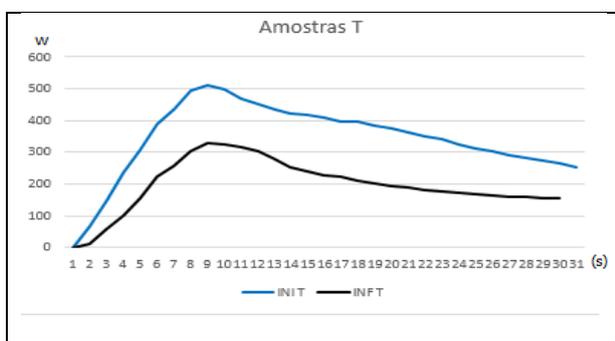


Figura 10 – Representação da prestação dos participantes T: PP, AP, LP e DP. \* Diferenças significativas ( $P < 0.05$ )

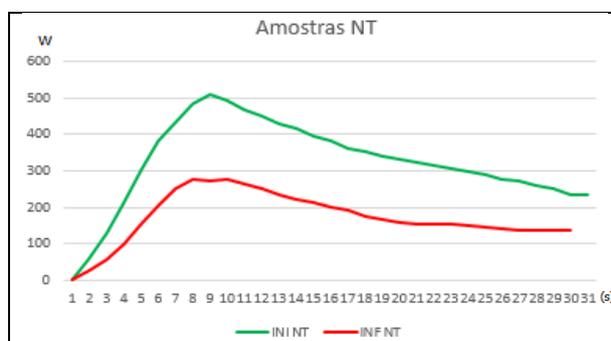


Figura 11 – Representação da prestação dos participantes NT: PP, AP, LP e DP. \* Diferenças significativas ( $P < 0.05$ )

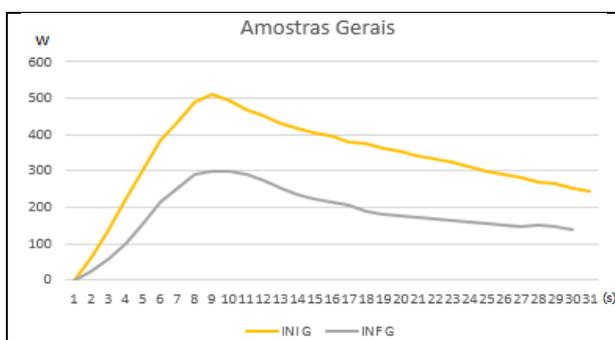


Figura 12 – Representação da prestação dos dois escalões: PP, AP, LP e DP. \* Diferenças significativas ( $P < 0.05$ )

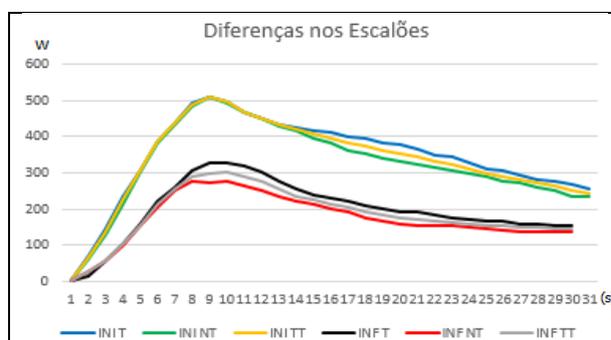


Figura 13 – Comparação da prestação dos 4 subgrupos: PP, AP, LP e DP. \* Diferenças significativas ( $P < 0.05$ )

Como pode ser observado nas figuras, nos dois escalões, independentemente da condição (T ou NT), os grupos obtiveram uma curva típica do teste WAnT.

Numa observação global da linha (AP) observa-se um crescimento rápido e acentuado das linhas logo nos primeiros segundos, sendo atingindo o valor pico (PP) seguido da diminuição gradual da prestação, até ser atingido o valor LP.

Por estas figuras também se pode ter noção da magnitude das diferenças existentes entre os escalões, com os valores pico e as linhas da execução do WAnT destacados de um escalão para o outro.

Verificam-se as diferenças reportadas entre os escalões no PP no ponto mais elevado do gráfico, as diferenças do AP representado pela linha total dos gráficos e as diferenças de LP, no ponto mais baixo das linhas.

Na figura 12 destacam-se os dados apresentados na tabela 16, onde se observa a diferença média de 200 W entre o ponto mais alto da reta amarela e da reta cinzenta, e a permanente sobreposição da primeira reta em relação à segunda. Esta figura mostra claramente o impacto do Esc nas variáveis de PP e AP.

Outro aspeto verificado na tabela 16, e que se pode compreender pelas figuras, é o impacto que o Esc tem sobre o PP (54%) e no AP (57%). Exemplo disso é a sobreposição da linha dos NT INI em relação à linha dos T INF, que manifesta que nestas idades o treino, apesar de poder ser um factor conducente a uma melhoria na prestação entre participantes T e NT do mesmo escalão, não permite que os participantes T de um escalão mais jovem ultrapassem os NT do escalão mais velho.

Relativamente ao  $PP_{Rel}$ , volta-se a manifestar a existência de diferenças significativas em função do Esc ( $1,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) e em função do Cod ( $0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) enquanto que no  $AP_{Rel}$  as diferenças só se manifestam em função do Esc ( $1,1 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Ainda assim, a análise da performance dos participantes quando analisada tendo em conta o P dos participantes, aproxima muito os valores verificados, ou seja, apesar de continuarem a ser manifestas as diferenças existentes em função do Esc, estas diferenças têm uma magnitude mais reduzida.

As figuras 14, 15, 16 e 17 caracterizam os participantes ao nível das variáveis PP, AP,  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ :

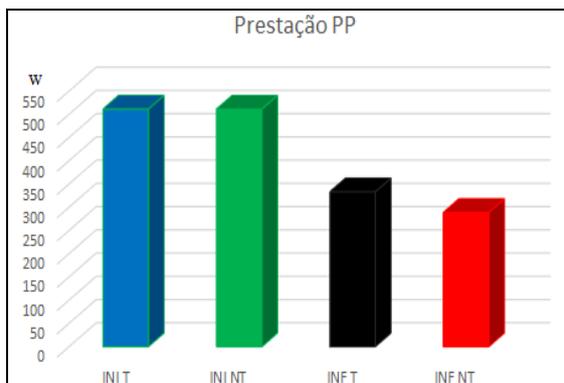


Figura 14 – Valores de PP absoluto grupo T e NT.

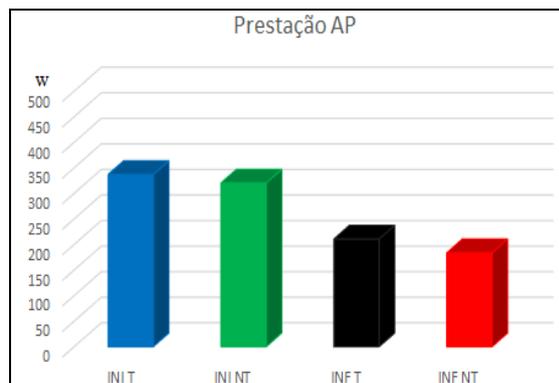
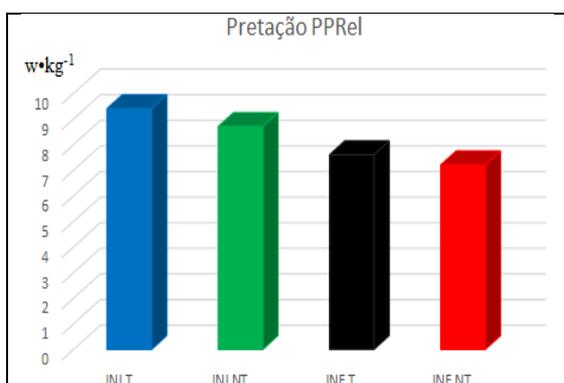
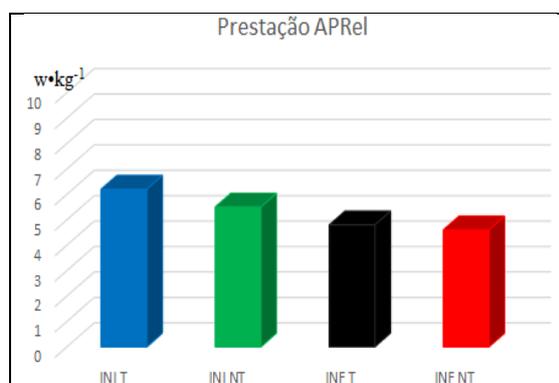
Figura 15 – Valores de  $PP_{Rel}$  do grupo T e NT.

Figura 16 – Valores de AP absoluto grupo T e NT.

Figura 17 – Valores de  $AP_{Rel}$  do grupo T e NT.

Apesar das diferenças significativas reportadas entre os T e os NT do escalão de INF para as variáveis de PP e AP, de uma maneira geral verifica-se nas duas primeiras figuras (14 e 15) que os valores de PP e AP diferem mais entre escalões do que propriamente entre os grupos de cada escalão, ou seja, há um intervalo maior entre os INI e os INF do que entre os T e NT dentro do próprio escalão.

Contudo, se tivermos em atenção o P nas variáveis relativas da prestação no teste de PAN,  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$  (figuras 16 e 17), observa-se que as diferenças são mais reduzidas, embora se consiga perceber a superioridade dos participantes INI em relação aos INF e dos T em relação aos NT. Desta forma, enquanto o PP dos participantes T nos INI era 35% superior ao PP dos participantes T dos INF, em termos relativos ( $PP_{Rel}$ ), essa diferença entre subgrupos diminuía para os 19,1%. No AP, por exemplo, verificou-se que a diferença existente entre os subgrupos era de 36,5%, mas que diminuía para os 22,6% quando se tinha em atenção os valores de  $AP_{Rel}$ .

Já os participantes NT dos INI apresentavam um PP 43% superior aos NT dos INF mas em termos relativos ( $PP_{Rel}$ ) essa diferença diminuía para os 17,2%. Em relação ao AP a diferença entre subgrupos era de 42,7% em termos absolutos, mas em termos relativos ( $AP_{Rel}$ ) essa diferença ficava reduzida a 16,4%.

As diferenças significativas continuam a manifestar-se, especialmente em função do Esc nas restantes variáveis, como por exemplo no LP (97,8 W), onde o Esc pode justificar 32% deste valor. Já em relação ao DP as diferenças médias verificadas (102,6 W) podem ser justificadas pelo factor Esc em 31%.

Refira-se que as diferenças mencionadas são em favor dos participantes INI, em que estes apresentam valores mais elevados e os INF mais reduzidos.

Já para as variáveis da componente cardiorrespiratória, os dados apresentados na tabela indicam uma diferença na  $V_{EW}$  de  $29 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  sendo que o Esc pode justificar 44% das diferenças assinaladas, enquanto para a FC os valores não são significativamente diferentes seja em função do Esc, da Cod ou da interação de ambos.

## 5. – Análise correlacional

### 5.1. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos iniciados

Tendo sido obtidos, analisados e expostos os resultados do teste de PA e PAN, tentou-se também compreender se se verificava algum tipo de relação entre as variáveis do teste de Balke e WAnT. Desta forma, tentou-se perceber se os participantes com melhores prestações num teste são os mesmos a atingir melhores prestações no outro, testando o nível de correlação das variáveis.

Nas tabelas 17, 18 e 19 apresentam-se, na primeira os valores de correlação dos iniciados na sua totalidade ( $n= 42$ ), na segunda dos participantes T ( $n= 21$ ), e a terceira dos participantes NT ( $n= 21$ ).

Tabela 17: Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o grupo de iniciados (INI) ( $n=42$ ).

	VO <sub>2</sub> Abs r sig.	VO <sub>2</sub> Rel r sig.	PP r sig.	AP r sig.	PP <sub>Rel</sub> r sig.	AP <sub>Rel</sub> r sig.	LP r sig.	DP r sig.	V <sub>E</sub> r sig.	FC <sub>B</sub> r sig.	FC <sub>W</sub> r sig.
VO <sub>2</sub> Abs		,41 ,01	<b>,69 ,00</b>	<b>,68 ,00</b>	,26 ,09	,18 ,26	,45 ,00	,40 ,01	<b>,82 ,00</b>	-,30 ,00	-,13 ,43
VO <sub>2</sub> Rel	,41 ,01		-,19 ,22	-,04 ,82	,59 ,00	,59 ,00	-,02 ,92	-,22 ,17	,41 ,01	-,28 ,08	-,19 ,23
PP	<b>,69 ,00</b>	-,19 ,22		<b>,87 ,00</b>	,30 ,05	,08 ,60	,60 ,00	,64 ,00	,53 ,00	-,07 ,64	-,12 ,46
AP	<b>,68 ,00</b>	-,04 ,82	<b>,87 ,00</b>		,36 ,02	,41 ,01	<b>,79 ,00</b>	,31 ,05	,55 ,00	-,16 ,30	-,18 ,29
PP <sub>Rel</sub>	,26 ,09	,59 ,00	,30 ,05	,36 ,02		<b>,78 ,00</b>	,28 ,07	,09 ,56	,30 ,05	-,13 ,42	-,24 ,12
AP <sub>Rel</sub>	,18 ,26	,59 ,00	,08 ,60	,41 ,01	<b>,78 ,00</b>		,46 ,00	-,35 ,03	,28 ,07	-,11 ,48	-,25 ,11
LP	,45 ,00	-,02 ,92	,60 ,00	<b>,79 ,00</b>	,28 ,07	,46 ,00		-,23 ,14	,41 ,01	-,11 ,50	-,38 ,01
DP	,40 ,01	-,02 ,17	,64 ,00	,31 ,05	,09 ,56	-,35 ,03	-,23 ,14		,26 ,10	,02 ,92	,23 ,15
V <sub>E</sub>	<b>,82 ,00</b>	,41 ,01	,53 ,00	,55 ,00	,30 ,05	,28 ,07	,41 ,01	,26 ,10		-,22 ,16	-,20 ,21
FC <sub>B</sub>	-,30 ,05	-,28 ,08	-,07 ,64	-,16 ,30	-,13 ,42	-,11 ,48	-,11 ,50	,02 ,92	-,22 ,16		,36 ,02
FC <sub>W</sub>	-,13 ,43	-,19 ,23	-,12 ,46	-,18 ,27	-,24 ,13	-,25 ,11	-,38 ,01	,23 ,15	-,20 ,21	,36 ,02	

VO<sub>2</sub>Abs, VO<sub>2</sub>rel, Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (DP), Drop Power (DP), V<sub>E</sub> (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke (FC<sub>B</sub>), Frequência Cardíaca no teste WAnT (FC<sub>W</sub>). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

Os iniciados apresentam relações entre as variáveis absolutas dos testes de PA e PAN. Ainda assim, estas relações não são muito fortes, quando comparadas com as verificadas entre as variáveis do mesmo teste, como por exemplo: PP e AP ou  $VO_2$  e  $V_E$ .

O nível de relação entre as variáveis  $VO_{2Abs}$  e PP e entre  $VO_{2Abs}$  e AP são inferiores a 0,7 ( $r= 0,69$ ), ou seja, apesar de se poder afirmar que há relação entre as variáveis, esta não é muito forte, especialmente quando comparada com os níveis verificados entre o PP e o AP ( $r= 0,87$ ).

Pela análise das figuras 18, 19, 20 e 21 pode-se ter uma noção mais clara do que foi agora dito:

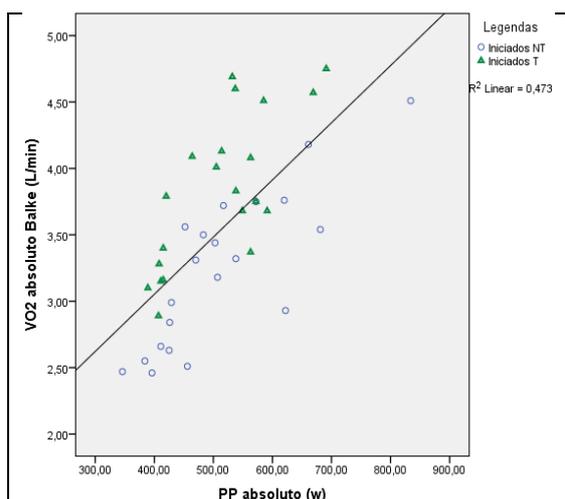


Figura 18: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o PP nos INI. Comparação entre os grupos

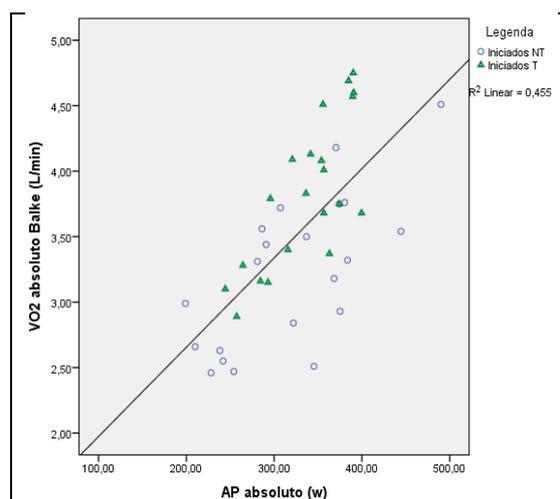


Figura 19: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o AP nos INI. Comparação entre os grupos

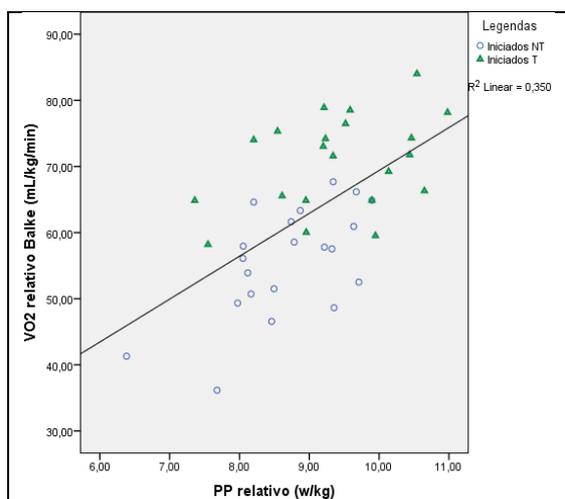


Figura 20: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $PP_{Rel}$  nos INI. Comparação entre os grupos

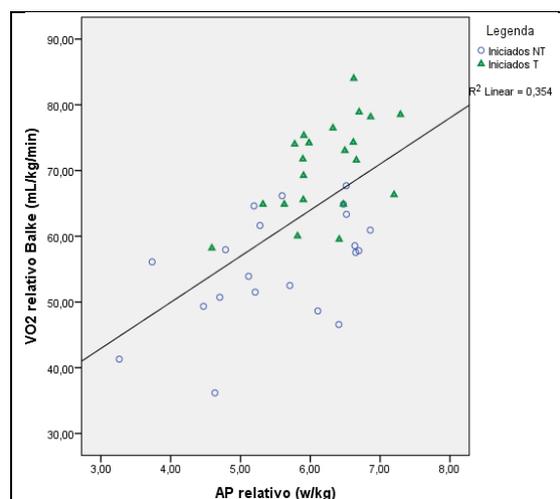


Figura 21: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $AP_{Rel}$  nos INI. Comparação entre os grupos

Observando as figuras, verifica-se nas duas primeiras, a relação existente, descrita anteriormente, entre as variáveis absolutas de  $VO_2$  e PP e AP, onde a dispersão da nuvem de pontos é reduzida em relação à reta. Estatisticamente, esta tendência representa um  $r=$

0,69, onde os participantes que tendem a obter valores mais elevados de consumo de O<sub>2</sub> tendem a ser os mesmos que atingem valores superiores de PP e AP e vice-versa.

Observando os gráficos (figura 20 e 21) representativos dos valores de VO<sub>2Rel</sub>, PP<sub>Rel</sub> e AP<sub>Rel</sub>, não se verifica uma tendência tão forte, com a força das relações a não ser tão evidente e com a nuvem de pontos a ser mais dispersa em relação à reta apresentada.

Todavia pode ser observado nos dois últimos gráficos, relativamente à PA e PAN, que os participantes T a preenchem maioritariamente as zonas do gráfico onde os valores de PP<sub>Rel</sub> e AP<sub>Rel</sub> são mais elevados, tanto para o teste de Balke como para o teste WANt.

## 5.2. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos iniciados por subgrupo

As tabelas seguintes apresentam os valores da relação entre as variáveis de PA e PAN para o subgrupo dos participantes treinados ( $n= 21$ ) surgindo depois a tabela dos participantes não treinados ( $n= 21$ ).

Tabela 18: Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo T de INI ( $n=21$ ).

	VO <sub>2Abs</sub> r sig.	VO <sub>2Rel</sub> r sig.	PP r sig.	AP r sig.	PP <sub>Rel</sub> r sig.	AP <sub>Rel</sub> r sig.	LP r sig.	DP r sig.	V <sub>E</sub> r sig.	FC <sub>B</sub> r sig.	FC <sub>W</sub> r sig.
VO <sub>2Abs</sub>		-,16 ,48	<b>,74 ,00</b>	<b>,77 ,00</b>	-,32 ,16	-,48 ,03	,43 ,05	,47 ,03	<b>,78 ,00</b>	-,27 ,23	-,03 ,92
VO <sub>2Rel</sub>	-,16 ,48		-,47 ,03	-,45 ,04	,39 ,08	,54 ,01	-,25 ,27	-,32 ,16	-,07 ,76	,09 ,69	-,27 ,23
PP	<b>,74 ,00</b>	-,47 ,03		<b>,89 ,00</b>	,15 ,52	-,26 ,26	,52 ,02	<b>,69 ,00</b>	,56 ,01	-,10 ,68	,02 ,94
AP	<b>,77 ,00</b>	-,45 ,04	<b>,89 ,00</b>		-,04 ,88	-,12 ,61	,68 ,00	,43 ,05	,68 ,00	-,06 ,79	-,05 ,84
PP <sub>Rel</sub>	-,32 ,16	,39 ,08	,15 ,52	-,04 ,88		<b>,73 ,00</b>	,01 ,96	,18 ,50	-,21 ,36	,26 ,25	-,17 ,46
AP <sub>Rel</sub>	-,48 ,03	,54 ,01	-,26 ,26	-,12 ,61	<b>,73 ,00</b>		,01 ,80	-,34 ,13	-,22 ,35	,38 ,09	-,25 ,27
LP	,43 ,05	-,25 ,27	,52 ,02	,68 ,00	,01 ,96	,01 ,80		-,26 ,25	,49 ,02	,05 ,84	-,42 ,06
DP	,47 ,03	-,32 ,16	<b>,69 ,00</b>	,43 ,05	,18 ,50	,18 ,50	-,26 ,25		,22 ,34	-,15 ,52	,38 ,09
V <sub>E</sub>	<b>,78 ,00</b>	-,07 ,76	,56 ,01	,68 ,00	-,21 ,36	-,22 ,35	,49 ,02	,22 ,34		-,26 ,26	-,22 ,35
FC <sub>B</sub>	-,27 ,23	,09 ,69	-,10 ,68	-,06 ,79	,26 ,25	,38 ,09	,05 ,84	-,15 ,52	-,26 ,26		,33 ,15
FC <sub>W</sub>	-,03 ,92	-,27 ,23	,02 ,94	-,05 ,84	-,17 ,46	-,25 ,27	-,42 ,06	,38 ,09	-,22 ,35	,33 ,15	

VO<sub>2Abs</sub>, VO<sub>2rel</sub>, Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (DP), Drop Power (DP), V<sub>E</sub> (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke (FC<sub>B</sub>), Frequência Cardíaca no teste WANt (FC<sub>W</sub>). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

Na tabela 18 verifica-se que os valores de relação entre as variáveis absolutas de PA (VO<sub>2Abs</sub>) e PAN (PP e AP) são mais elevados nos participantes T ( $r= 0,74$  e  $r= 0,77$ ) aos verificados no grupo em geral ( $r= 0,69$  e  $r= 0,68$ ). Pode-se afirmar que os participantes treinados que apresentam uma prestação superior num teste tendem a ser aqueles que apresentam uma prestação superior no outro teste, em termos absolutos.

O mesmo não se pode dizer das variáveis relativas, ou seja, quando se elimina o fator peso, os participantes treinados que obtêm valores mais elevados no teste de PA, não são necessariamente os mesmos a atingir melhores performances nas variáveis relativas do teste de PAN ( $r = -0,54$  e  $r = -0,48$ ).

Pode-se também referir a relação existente entre o DP e o PP ( $r = 0,69$ ) que aponta para a tendência dos participantes que atingem maior pico de potência serem também aqueles que apresentam um conseqüente maior índice de fadiga. No entanto, esta relação não se verifica quando se levam em conta os valores observados entre o DP e  $PP_{Rel}$  ( $r = 0,18$ ), ou seja, esta tendência é verdade para os valores absolutos de produção de potência, para os participantes que tendem a ter um PP mais elevado, mas não para os participantes que, em termos relativos, atingem um  $PP_{Rel}$  mais proeminente.

Também se verifica na tabela 18 a forte relação existente entre o  $VO_{2Abs}$  e a  $V_E$  durante o teste de PA.

A tabela 19 apresenta os resultados inerentes à força das relações entre as variáveis do teste de PA e PAN para os participantes NT.

Tabela 19: Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo NT de INI ( $n=21$ ).

	$VO_{2Abs}$ r sig.	$VO_{2Rel}$ r sig.	PP r sig.	AP r sig.	$PP_{Rel}$ r sig.	$AP_{Rel}$ r sig.	LP r sig.	DP r sig.	$V_E$ r sig.	$FC_B$ r sig.	$FC_W$ r sig.
$VO_{2Abs}$		,35 ,12	<b>,82 ,00</b>	<b>,69 ,00</b>	,59 ,01	,29 ,20	,47 ,03	,58 ,01	<b>,80 ,00</b>	,05 ,84	-,10 ,66
$VO_{2Rel}$	,35 ,12		-,15 ,53	-,04 ,86	,63 ,00	,51 ,02	-,10 ,68	-,09 ,70	,48 ,03	-,07 ,78	,12 ,62
PP	<b>,82 ,00</b>	-,15 ,53		<b>,88 ,00</b>	,49 ,03	,25 ,28	,65 ,00	,62 ,00	,57 ,01	-,07 ,77	-,30 ,19
AP	<b>,69 ,00</b>	-,04 ,86	<b>,88 ,00</b>		,63 ,00	,59 ,01	<b>,83 ,00</b>	,28 ,22	,48 ,03	-,20 ,39	-,30 ,19
$PP_{Rel}$	,59 ,01	,63 ,00	,49 ,03	,63 ,00		<b>,82 ,00</b>	,47 ,03	,15 ,52	,61 ,00	-,36 ,11	-,24 ,29
$AP_{Rel}$	,29 ,20	,51 ,02	,25 ,28	,59 ,01	<b>,82 ,00</b>		,62 ,00	-,33 ,15	,39 ,08	-,25 ,27	-,21 ,37
LP	,47 ,03	-,10 ,68	,65 ,00	<b>,83 ,00</b>	,47 ,03	,62 ,00		-,20 ,39	,33 ,15	-,18 ,45	-,38 ,09
DP	,58 ,01	-,09 ,70	,62 ,00	,28 ,22	,15 ,52	-,33 ,15	-,20 ,39		,40 ,07	,09 ,69	,00 ,98
$V_E$	<b>,80 ,00</b>	,48 ,03	,57 ,01	,48 ,03	,61 ,00	,39 ,08	,33 ,15	,40 ,07		,12 ,61	-,08 ,74
$FC_B$	,05 ,84	-,07 ,78	-,07 ,77	-,20 ,39	-,36 ,11	-,25 ,27	-,18 ,45	,09 ,69	,12 ,61		,33 ,15
$FC_W$	-,10 ,66	,12 ,62	-,30 ,19	-,30 ,19	-,24 ,29	-,21 ,37	-,38 ,09	,00 ,98	-,08 ,74	,33 ,15	

$VO_{2Abs}$ ,  $VO_{2rel}$ , Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo ( $PP_{Rel}$ ), Average Power relativo ( $AP_{Rel}$ ), Lowest Power (DP), Drop Power (DP),  $V_E$  (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke ( $FC_B$ ), Frequência Cardíaca no teste WAnT ( $FC_W$ ). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

Observando o grupo dos participantes NT, pode-se afirmar que existe uma relação entre as variáveis absolutas do teste de PA e de PAN, ou seja, entre o  $VO_{2Abs}$  e o PP ( $r = 0,82$ ) e entre o  $VO_{2Abs}$  e o AP ( $r = 0,69$ ), tal como se verificou nas duas tabelas anteriores (INI e INIT).

Quanto aos valores relativos da prestação dos participantes no teste de PA e PAN o mesmo não se constata, ou seja, não há uma relação tão forte entre o consumo de

oxigénio no teste de Balke ( $VO_{2Rel}$ ) e os valores de potência produzida durante o teste WAnT ( $PP_{Rel}$   $r= 0,63$  e  $AP_{Rel}$   $r= 0,51$ ). Contudo, pode-se salientar que a força das relações verificadas no grupo NT é elevada, acusando a relação existente de forma clara, com valores de  $r > 0,7$ .

Uma diferença manifestada entre os grupos reflete a menor força de relação entre os valores de PP e  $PP_{Rel}$  com a variável de DP. Neste caso, não foi verificada uma tendência tão forte para que os participantes que atinjam um valor mais elevado de PP sejam também aqueles que apresentam um valor mais elevado de DP.

As figuras 22, 23, 24 e 25 representam a força das relações dos grupos, de forma independente por intermédio de retas de regressão.

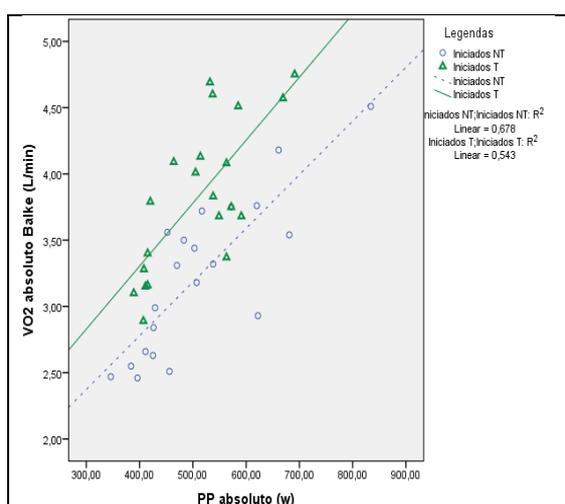


Figura 22: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o PP nos T e NT dos INI

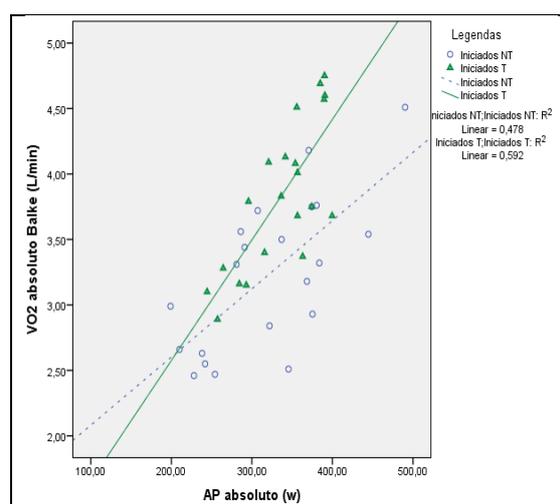


Figura 23: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o AP nos T e NT dos INI

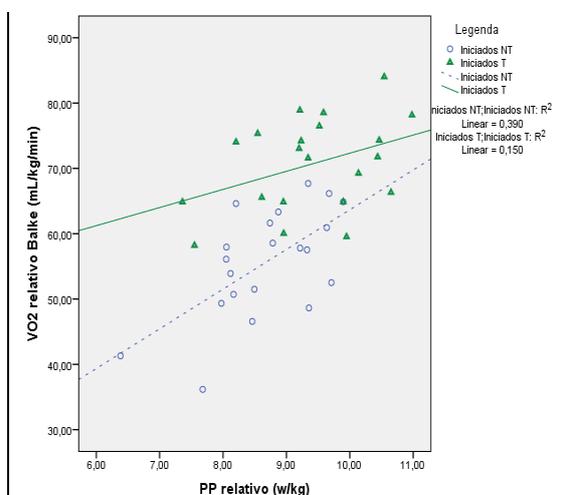


Figura 24: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $PP_{Rel}$  nos T e NT dos INI

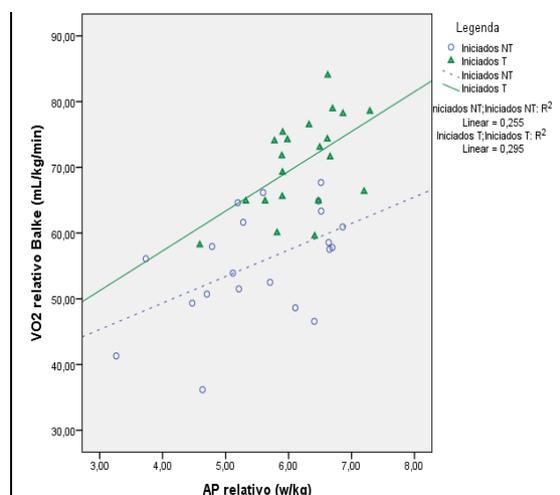


Figura 25: Representação gráfica da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $AP_{Rel}$  nos T e NT dos INI

Observando as figuras 22 e 23 verifica-se a forte tendência apontada nos participantes T para que aqueles que obtêm valores mais elevados de  $VO_2$  sejam os mesmos que obtêm valores mais elevados de PP e AP. Esta tendência é mais forte quando comparada com o grupo de participantes NT e com o grupo geral.

O que foi dito pode ser estribado numa análise atenta das figuras, onde se verifica pouca dispersão dos pontos azuis relativamente à reta azul, quando comparada com a dispersão dos pontos verdes. Também a inclinação da reta aponta para o nível da relação, sendo na reta azul mais acentuada quando comparada com a reta verde.

No entanto, quando se tem por base de observação do gráfico da figura 24 verifica-se outra coisa. Neste caso, a relação existente não é forte para nenhum dos grupos, sendo que o declive da reta é ainda menos acentuado nos participantes T, quando comparado com o subgrupo NT e a totalidade do escalão. Ainda assim, a reta de um grupo está a um nível superior, ou seja, a reta de regressão do T está acima da reta de regressão dos NT, mas com um declive notoriamente menos acentuado. Esta colocação superior da reta resulta dos valores mais elevados do grupo T (no  $PP_{Rel}$ ) em relação aos participantes NT.

Relativamente ao último gráfico (figura 25), verifica-se uma relação mais elevada por parte dos participantes T quando comparado com os participantes NT. Porém, como se pôde observar nas tabelas 18 e 19, os valores da relação existente não são muito fortes, com os valores de  $r$  de ambos os grupos a estarem mais próximos de 0.

### **5.3. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia no grupo de infantis**

Também para o escalão de infantis, foi testado o nível de relação das variáveis aeróbias e anaeróbias, sendo os resultados apresentados numa tabela geral ( $n= 22$ ), numa tabela referente aos participantes T ( $n= 11$ ) e noutra referente aos participantes NT ( $n= 11$ ).

Tabela 20: Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para escalão de infantis (INF) (n=22).

	VO <sub>2</sub> Abs r sig.	VO <sub>2</sub> Rel r sig.	PP r sig.	AP r sig.	PP <sub>Rel</sub> r sig.	AP <sub>Rel</sub> r sig.	LP r sig.	DP r sig.	V <sub>E</sub> r sig.	FC <sub>B</sub> r sig.	FC <sub>W</sub> r sig.
VO <sub>2</sub> Abs		,49 ,02	<b>,75 ,00</b>	<b>,75 ,00</b>	,44 ,05	,25 ,28	,61 ,00	,49 ,02	<b>,82 ,00</b>	-,18 ,42	-,18 ,42
VO <sub>2</sub> Rel	,49 ,02		-,04 ,88	,18 ,44	<b>,71 ,00</b>	<b>,80 ,00</b>	,23 ,31	-,24 ,29	<b>,65 ,00</b>	,13 ,56	,13 ,57
PP	<b>,75 ,00</b>	-,04 ,88		<b>,89 ,00</b>	,43 ,05	,08 ,73	<b>,66 ,00</b>	<b>,79 ,00</b>	,58 ,01	-,27 ,23	-,18 ,44
AP	<b>,75 ,00</b>	,18 ,44	<b>,89 ,00</b>		,53 ,01	,41 ,06	<b>,75 ,00</b>	,57 ,01	,60 ,00	-,20 ,37	-,12 ,60
PP <sub>Rel</sub>	,44 ,05	<b>,71 ,00</b>	,43 ,05	,53 ,01		<b>,82 ,00</b>	,48 ,03	,18 ,44	,65 ,00	-,59 ,80	,10 ,67
AP <sub>Rel</sub>	,25 ,28	<b>,80 ,00</b>	,08 ,73	,41 ,06	<b>,82 ,00</b>		,35 ,12	-,19 ,42	,44 ,05	,09 ,70	,20 ,39
LP	,61 ,00	,23 ,31	<b>,66 ,00</b>	<b>,75 ,00</b>	,48 ,03	,35 ,12		,06 ,80	,56 ,01	-,47 ,03	-,26 ,26
DP	,49 ,02	-,24 ,29	<b>,79 ,00</b>	,57 ,01	,18 ,44	-,19 ,42	,06 ,80		,32 ,16	,03 ,91	-,03 ,90
V <sub>E</sub>	<b>,82 ,00</b>	<b>,65 ,00</b>	,58 ,01	,60 ,00	,65 ,00	,44 ,05	,56 ,01	,32 ,16		-,12 ,60	-,10 ,66
FC <sub>B</sub>	-,18 ,42	,13 ,56	-,27 ,23	-,20 ,37	-,59 ,80	,09 ,70	-,47 ,03	,03 ,91	-,12 ,60		,13 ,58
FC <sub>W</sub>	-,18 ,42	,13 ,57	-,27 ,23	-,12 ,60	,10 ,67	-,26 ,26	-,26 ,26	-,03 ,90	-,10 ,66	,13 ,58	

VO<sub>2</sub>Abs, VO<sub>2</sub>rel, Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (LP), Drop Power (DP), V<sub>E</sub> (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke (FC<sub>B</sub>), Frequência Cardíaca no teste WAnT (FC<sub>W</sub>). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

Na tabela 20 verifica-se a existência de uma relação forte e significativa entre as variáveis absolutas de consumo de O<sub>2</sub> do teste aeróbio e as variáveis de PP e AP do teste WAnT. Os valores manifestados entre o VO<sub>2</sub>Abs e o PP ( $r= 0,75$ ) e entre o VO<sub>2</sub>Abs e o AP ( $r= 0,75$ ).

O mesmo se verifica para as variáveis relativas do teste de PA e PAN onde se observa também uma relação forte entre o VO<sub>2</sub>Rel e o PP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,71$ ) e o VO<sub>2</sub>Rel e o AP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,80$ ).

As figuras que se seguem, 26, 27, 28 e 29 representam o que foi agora dito, apresentando-se a reta que espelha a relação entre as variáveis referidas, para o escalão de infantis.

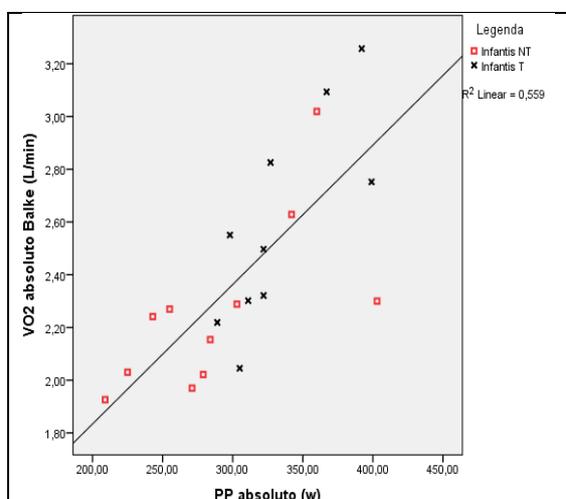


Figura 26: Gráfico da relação entre o VO<sub>2</sub>Abs e o PP nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos.

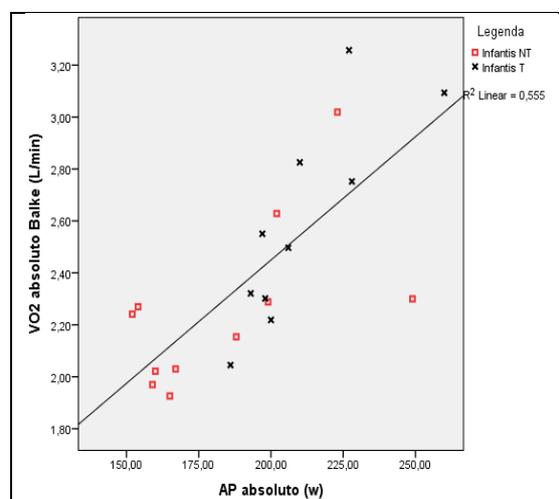


Figura 27: Gráfico da relação entre o VO<sub>2</sub>Abs e o AP nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos.

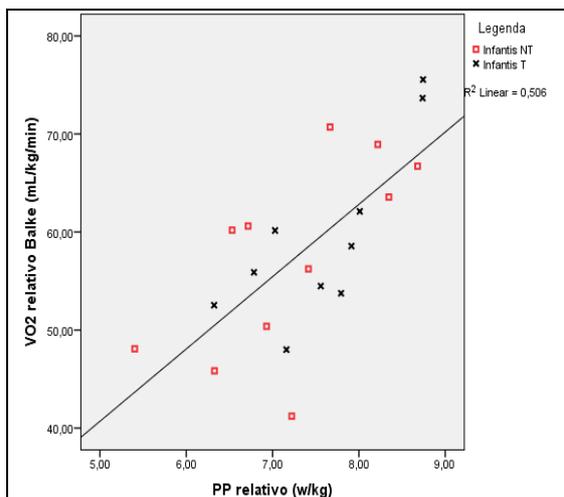


Figura 28: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $PP_{Rel}$  nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

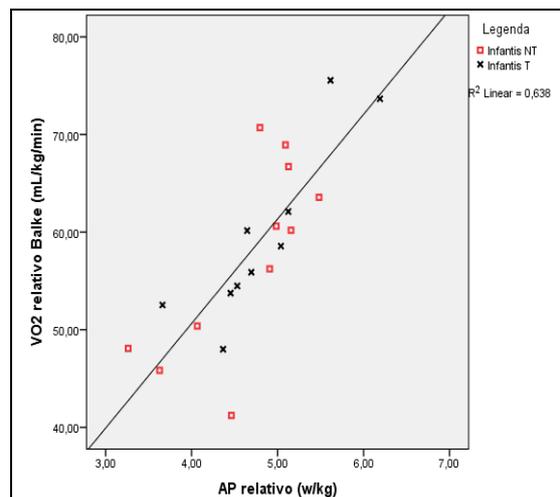


Figura 29: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $AP_{Rel}$  nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

Pela análise das figuras torna-se evidente, pela pouca dispersão da nuvem de pontos em relação à reta, a força das relações apontadas e constata-se que o nível de prestação obtido numa variável está fortemente associado ao nível de prestação atingido na outra variável.

Outras variáveis que estão fortemente associadas, o que se verifica na tabela 20, são o PP com o AP ( $r = 0,89$ ) e o PP com o DP ( $r = 0,79$ ), ou seja, há uma forte tendência para que os participantes que apresentam uma maior PAN serem os que têm uma maior CAN apesar de serem os mesmos que tendem a ter um índice de fadiga superior.

Por fim, destaque-se também o coeficiente de relação verificado entre o  $PP_{Rel}$  e o  $AP_{Rel}$  ( $r = 0,82$ ), indicador da associação que se manifesta entre a PAN e a CAN mesmo quando se tem em conta o peso dos participantes.

#### 5.4. – Relação da potência aeróbia e da potência anaeróbia nos infantis – subgrupo T e NT

Os mesmos procedimentos foram adotados para os subgrupos T e NT onde se aferiu o nível de relação entre as variáveis recolhidas no teste de Balke e no teste WAnT. Apresenta-se nas tabelas 21 e 22 os resultados.

Tabela 21: Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para o subgrupo T de INF ( $n=11$ ).

	VO <sub>2Abs</sub> r sig.	VO <sub>2Rel</sub> r sig.	PP r sig.	AP r sig.	PP <sub>Rel</sub> r sig.	AP <sub>Rel</sub> r sig.	LP r sig.	DP r sig.	V <sub>E</sub> r sig.	FC <sub>B</sub> r sig.	FC <sub>W</sub> r sig.
VO <sub>2Abs</sub>		,57 ,07	<b>,79 ,01</b>	<b>,84 ,00</b>	,18 ,65	,13 ,71	,56 ,09	,44 ,20	<b>,87 ,00</b>	,10 ,76	-,57 ,07
VO <sub>2Rel</sub>	,57 ,07		,03 ,93	,49 ,15	<b>,79 ,01</b>	<b>,88 ,00</b>	,57 ,09	-,30 ,41	<b>,79 ,00</b>	,18 ,61	-,38 ,25
PP	<b>,79 ,01</b>	,03 ,93		<b>,77 ,01</b>	,10 ,80	-,13 ,73	,23 ,52	<b>,83 ,00</b>	,59 ,07	-,00 ,99	-,48 ,16
AP	<b>,84 ,00</b>	,49 ,15	<b>,77 ,01</b>		,38 ,28	,41 ,24	<b>,70 ,03</b>	,34 ,34	<b>,71 ,02</b>	-,01 ,98	<b>-,69 ,03</b>
PP <sub>Rel</sub>	,18 ,65	<b>,79 ,01</b>	,10 ,80	,38 ,28		<b>,89 ,00</b>	,32 ,37	-,09 ,80	,52 ,12	-,03 ,94	-,30 ,41
AP <sub>Rel</sub>	,13 ,71	<b>,88 ,00</b>	-,13 ,73	,41 ,24	<b>,89 ,00</b>		,55 ,10	-,44 ,20	,44 ,21	-,02 ,96	-,34 ,33
LP	,56 ,09	,57 ,09	,23 ,52	<b>,70 ,03</b>	,32 ,37	,55 ,10		-,35 ,32	,40 ,25	-,40 ,25	-,78 ,01
DP	,44 ,20	-,30 ,41	<b>,83 ,00</b>	,34 ,34	-,09 ,80	-,44 ,20	-,35 ,32		,34 ,34	,23 ,53	-,01 ,98
V <sub>E</sub>	<b>,87 ,00</b>	<b>,79 ,00</b>	,59 ,07	<b>,71 ,02</b>	,52 ,12	,44 ,21	,40 ,25	,34 ,34		,22 ,53	-,47 ,15
FC <sub>B</sub>	,10 ,76	,18 ,61	-,00 ,99	-,01 ,98	-,03 ,94	-,02 ,96	-,40 ,25	,23 ,53	,22 ,53		,36 ,28
FC <sub>W</sub>	-,57 ,07	-,38 ,25	-,48 ,16	<b>-,69 ,03</b>	-,30 ,41	-,34 ,33	-,78 ,01	-,01 ,98	-,47 ,15	,36 ,28	

VO<sub>2Abs</sub>, VO<sub>2rel</sub>, Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (DP), Drop Power (DP), V<sub>E</sub> (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke (FC<sub>B</sub>), Frequência Cardíaca no teste WAnT (FC<sub>W</sub>). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

Quanto às variáveis absolutas do VO<sub>2Abs</sub> com o PP ( $r= 0,79$ ) e com o AP ( $r= 0,84$ ), pode-se afirmar que o nível de relação é forte, sendo mais forte do que aquele verificado nos participantes INF em geral.

O mesmo se vê quando se analisa o coeficiente de relação verificado entre as variáveis relativas de VO<sub>2Rel</sub> com o PP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,79$ ) e AP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,88$ ) sendo este um indicador do nível de ligação manifestado entre as variáveis do teste de PAN e PA, seja em termos absolutos ou em termos relativos.

Pode-se afirmar, que os participantes T que obtêm valores mais elevados na prestação da PA e da CA tendem a ser aqueles que atingem prestações mais elevadas nos testes de PAN e CAN.

Pela análise da mesma tabela constata-se a existência das relações manifestadas nas tabelas anteriores entre o PP e o AP ( $r= 0,77$ ) e entre o PP<sub>Rel</sub> e o AP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,89$ ). Todavia, destaque-se a existência de uma relação negativa presente entre o AP e FC<sub>W</sub> ( $r= -0,69$ ). Esta dá a indicação de que, neste caso, os participantes que atingem um valor mais elevado de FC durante o teste WAnT tendem a ser aqueles que mais dificuldade apresentam em obter uma CAN mais elevada.

O mesmo tipo de análise foi realizada para o grupo NT ( $n= 11$ ) sendo os resultados apresentados na tabela 22.

Tabela 22: Correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para subgrupo NT de INF ( $n=11$ ).

	VO <sub>2Abs</sub> r sig.	VO <sub>2Rel</sub> r sig.	PP r sig.	AP r sig.	PP <sub>Rel</sub> r sig.	AP <sub>Rel</sub> r sig.	LP r sig.	DP r sig.	V <sub>E</sub> r sig.	FC <sub>B</sub> r sig.	FC <sub>W</sub> r sig.
VO <sub>2Abs</sub>		,46 ,16	<b>,67 ,02</b>	,61 ,05	,61 ,05	,29 ,39	,53 ,09	,50 ,12	<b>,66 ,03</b>	,05 ,89	-,06 ,87
VO <sub>2Rel</sub>	,46 ,16		-,16 ,65	-,05 ,89	<b>,65 ,03</b>	<b>,73 ,01</b>	,03 ,93	-,25 ,46	,55 ,08	,23 ,50	,36 ,28
PP	<b>,67 ,02</b>	-,16 ,65		<b>,91 ,00</b>	,53 ,10	,11 ,75	<b>,72 ,01</b>	<b>,79 ,00</b>	,49 ,13	-,01 ,98	-,15 ,66
AP	,61 ,05	-,05 ,89	<b>,91 ,00</b>		,56 ,07	,39 ,23	<b>,69 ,02</b>	<b>,69 ,02</b>	,39 ,24	,25 ,47	-,01 ,99
PP <sub>Rel</sub>	,61 ,05	<b>,65 ,03</b>	,53 ,10	,56 ,07		<b>,77 ,01</b>	,50 ,11	,31 ,35	<b>,81 ,00</b>	,24 ,48	,23 ,50
AP <sub>Rel</sub>	,29 ,39	<b>,73 ,01</b>	,11 ,75	,39 ,23	<b>,77 ,01</b>		,21 ,54	-,03 ,93	,43 ,19	,54 ,09	,43 ,18
LP	,53 ,09	,03 ,93	<b>,72 ,01</b>	<b>,69 ,02</b>	,50 ,11	,21 ,54		,15 ,66	,58 ,06	-,21 ,54	-,19 ,59
DP	,50 ,12	-,25 ,46	<b>,79 ,00</b>	<b>,69 ,02</b>	,31 ,35	-,03 ,93	,15 ,66		,19 ,57	,17 ,62	-,05 ,88
V <sub>E</sub>	<b>,66 ,03</b>	,55 ,08	,49 ,13	,39 ,24	<b>,81 ,00</b>	,43 ,19	,58 ,06	,19 ,57		-,07 ,83	,08 ,81
FC <sub>B</sub>	,05 ,89	,23 ,50	-,01 ,98	,25 ,47	,24 ,48	,54 ,09	-,21 ,54	,17 ,62	-,07 ,83		,17 ,62
FC <sub>W</sub>	-,06 ,87	,36 ,28	-,15 ,66	-,01 ,99	,23 ,50	,43 ,18	-,19 ,59	-,05 ,88	,08 ,81	,17 ,62	

VO<sub>2Abs</sub>, VO<sub>2rel</sub>, Peak Power (PP), Average Power (AP), Peak Power relativo (PP<sub>Rel</sub>), Average Power relativo (AP<sub>Rel</sub>), Lowest Power (DP), Drop Power (DP), V<sub>E</sub> (Ventilação), Frequência Cardíaca no teste Balke (FC<sub>B</sub>), Frequência Cardíaca no teste WAnT (FC<sub>W</sub>). A vermelho apresentam-se as correlações significativas.

A tabela 22 evidencia a existência de relações entre algumas variáveis do teste de PAN e do teste de PA. Todavia, estas relações são menos fortes do que as manifestadas nos infantis em geral e nos participantes T e não incidem sobre o mesmo número de variáveis.

Por um lado, verifica-se a existência de uma relação entre a variável VO<sub>2Abs</sub> com o PP ( $r= 0,67$ ) mas com uma força inferior quando comparado com os participantes T ( $r= 0,79$ ). Por outro lado, não há indicação de existir uma relação entre a variável de VO<sub>2Abs</sub> e o AP como tinha sido manifestado na tabela geral e na tabela dos participantes T.

Já nas variáveis relativas continua-se a observar a existência de relação entre o VO<sub>2Rel</sub> e o PP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,65$ ) e o AP<sub>Rel</sub> ( $r= 0,73$ ). Contudo, a força destas é inferior à que se assinalou nas tabelas anteriores.

Destaque-se a forte relação manifestada entre a variável de PP com o AP ( $r= 0,91$ ), com o LP ( $r= 0,72$ ) e com o DP ( $r= 0,79$ ). Para os NT, verifica-se uma tendência para que os participantes que atingem um PP (PAN) mais elevado sejam os que têm uma prestação global (CAN) mais forte, por apresentarem resultados finais de LP mais elevados. Contudo, são os que apresentam um índice de fadiga (DP) mais acentuado, uma vez que a diferença entre o PP e o LP tende a ser maior para estes participantes.

Para uma melhor compreensão do que foi agora dito apresentam-se as figuras 30, 31, 32 e 33.

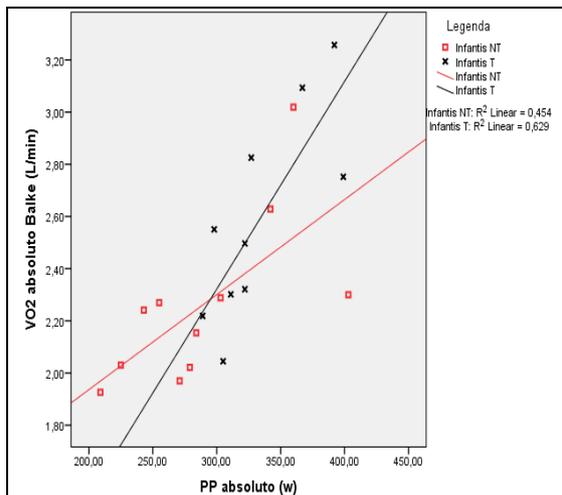


Figura 30: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o PP nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

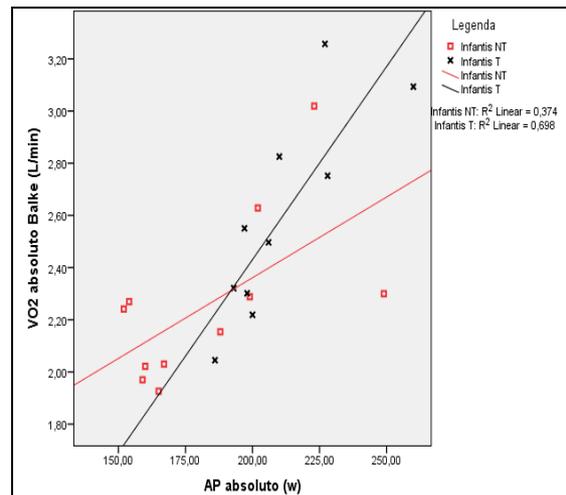


Figura 31: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o AP nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

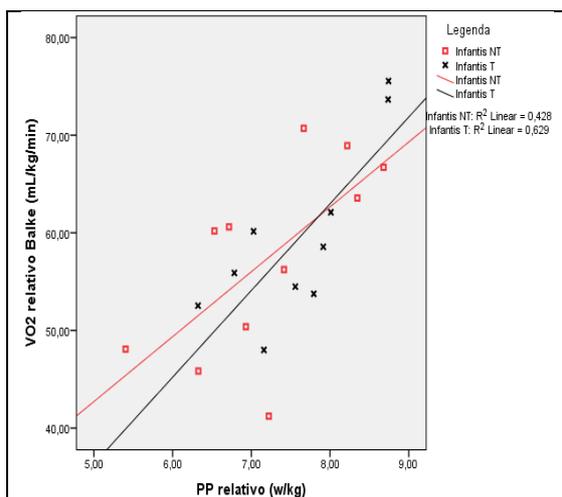


Figura 32: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $PP_{Rel}$  nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

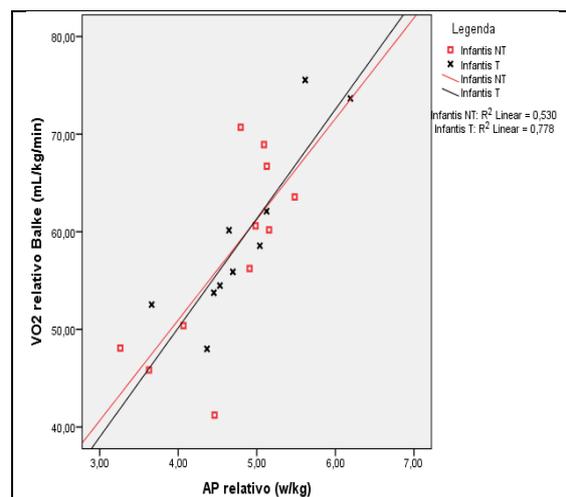


Figura 33: Gráfico da relação entre o  $VO_{2Rel}$  e o  $AP_{Rel}$  nos T e NT dos INF. Comparação entre os grupos

Os participantes NT tendem a apresentar uma maior dispersão de resultados, traduzidos nas nuvens de pontos identificadas nas figuras, relativamente aos T, e retas com declives menos acentuados, o que indica que estes apresentam uma relação entre as variáveis inferior.

Pelas figuras 30, 31, 32 e 33 pode-se reafirmar que é entre as variáveis relativas de  $VO_2$  ( $VO_{2Rel}$ ) e de AP ( $AP_{Rel}$ ) que a força da relação é mais aproximada entre os dois grupos, com as retas a ficarem praticamente justapostas e com as nuvens de pontos a não se dispersarem muito das retas.

Quer isto dizer que são os participantes que obtêm maiores valores de  $VO_{2Rel}$  aqueles que conseguem ter uma melhor prestação global no teste WAnT, sendo possível prever com grande segurança (através da reta de regressão), a prestação de um participante num teste a partir dos resultados do outro teste, para os dois grupos.

### 5.5. – Comparação das relações entre os grupos (iniciados e infantis) e subgrupos (treinados e não treinados)

Apresentados os valores da relação existente entre as variáveis do teste de PA e do teste de PAN, abordam-se neste ponto as diferenças identificadas em função do Esc e da Cod, ou seja, comparam-se os INI e os INF tendo em conta a presença ou ausência do treino.

Contudo, neste ponto será dada especial atenção a quatro das onze variáveis em análise, ou seja, serão tidas em conta as variáveis  $VO_{2Abs}$  e  $VO_{2Rel}$  do teste de PA e as variáveis PP, AP,  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$  do teste de PAN, uma vez que estas são as variáveis que definem o perfil metabólico aeróbio e anaeróbio dos participantes (Mendez-Villanueva et al., 2010).

Tabela 23 – Valores de correlação e significância das variáveis do teste de PA e de PAN para os subgrupos de INI T, INI NT, INF T e INF NT.

	INI T		INI NT		INF T		INF NT	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
$VO_{2Abs} * PP$	<b>,74</b>	,00	<b>,82</b>	,00	<b>,79</b>	,01	<b>,67</b>	,02
$VO_{2Abs} * AP$	<b>,77</b>	,00	<b>,69</b>	,00	<b>,84</b>	,00	,61	,05
$VO_{2Rel} * PP_{Rel}$	,39	,08	,63	,00	<b>,79</b>	,01	<b>,65</b>	,03
$VO_{2Rel} * AP_{Rel}$	,54	,01	,51	,02	<b>,88</b>	,00	<b>,73</b>	,01

$VO_{2Abs}$ ,  $VO_{2Rel}$ , PP, AP,  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ . A vermelho assinalam-se as relações fortes ( $0,7 < r < 0,9$ ).

Na tabela 23 evidencia-se as diferenças existentes entre os Esc e o nível de Cod dos participantes. Pela sua análise, observando a primeira linha onde se encontram as variáveis absolutas do teste de PA ( $VO_{2Abs}$ ) e PAN (PP), verifica-se que são os participantes INI NT que apresentam um valor de correlação ( $r = 0,82$ ) superior. Contudo, os valores apresentados por todos os subgrupos apresentam um nível de correlação “forte” ( $0,65 \leq r \leq 0,94$ ) embora, quando analisado à centésima, o grupo INF NT apresente um valor de  $r = 0,67$ .

Relativamente às variáveis  $VO_{2Abs}$  e AP, estas também tendem a correlacionar--se fortemente, em todos os subgrupos exceto nos INF NT ( $r < 0,65$ ) onde essa correlação é moderada. É o subgrupo INF T que apresenta o valor mais elevado ( $r = 0,84$ ), sendo o subgrupo INI NT o que maior diferença apresenta entre o nível de correlação entre o  $VO_{2Abs} * PP$  ( $r = 0,82$ ) e o  $VO_{2Abs} * AP$  ( $r = 0,69$ ).

Mas é nas variáveis relativas que se começam a verificar diferenças em função do escalão, ou seja, quando se têm em atenção os valores de correlação entre as variáveis relativas do teste de PA e PAN observa-se uma clivagem entre os INI e INF.

Exemplo inequívoco do que foi dito, são os valores verificados entre as variáveis  $VO_{2Rel}$  e  $PP_{Rel}$  dos INI, que não ultrapassam o valor de 0,39 (T) e 0,63 (NT) que correspondem a níveis de correlação moderada ( $0,35 \leq r \leq 0,64$ ), e os valores dos INF que são fortes, tanto nos T ( $r = 0,79$ ) como nos NT ( $r = 0,65$ ). Saliente-se que são os participantes T dos INF que apresentam valores mais elevados, verificando-se neste caso a tendência para apresentarem um nível elevado de correlação entre a prestação no teste PA e de PAN, seja nas variáveis absolutas, seja nas variáveis relativas. Em sentido inverso, surgem os subgrupos dos INI que apresentam valores de correlação mais reduzidos, especialmente nos T onde o nível de correlação ( $r = 0,39$ ) é praticamente fraco ( $0,15 \leq r \leq 0,34$ ).

Os valores verificados na última linha ( $VO_{2Rel} * AP_{Rel}$ ) tendem a ir no mesmo sentido, com os subgrupos INF a apresentarem dados de correlação mais elevados (T:  $r = 0,88$ ; NT:  $r = 0,73$ ) e fortes enquanto os INI apresentam correlações mais reduzidas (T:  $r = 0,54$ ; NT:  $r = 0,51$ ) e moderadas.

## 6. – Revisão de resultados

De uma maneira geral, pelo exposto e descrito anteriormente podem-se resumir os resultados da seguinte forma:

Antropometria – os subgrupos que constituem o Esc de INI tendem a ser homogéneos, sendo que o mesmo se verifica entre os T e NT dos INF. Contudo os subgrupos diferem significativamente entre si em função do Esc, factor que tende a ter forte influência nas diferenças manifestadas entre INI e INF.

CA e PA – relativamente ao perfil aeróbio, pode-se considerar que os subgrupos T e NT do Esc INI não são homogéneos, uma vez que se manifestam diferenças significativas entre estes em todas as variáveis utilizadas para a avaliação do metabolismo aeróbio. No entanto, os participantes INF apresentam uma tendência contrária, apresentando homogeneidade entre os subgrupos T e NT ao nível do consumo de  $O_2$ , obtendo valores médios muito semelhantes, não se verificando diferenças significativas exceto na  $FC_B$ .

---

Ao nível da CA e PA também não se verifica homogeneidade entre INI e INF, tendo-se verificado diferenças significativas entre estes escalões, seja em função do Esc seja em função da Cod, com diferenças significativas a serem verificadas em todas as variáveis.

PAN e CAN – no que concerne ao perfil anaeróbio, dos subgrupos T e NT do Esc INI, tendem a ser homogéneas na maioria das variáveis exceto no  $PP_{Rel}$  e no  $AP_{Rel}$ , onde se verificaram diferenças significativas entre T e NT. O mesmo sucede no Esc INF mas com as diferenças, entre T e NT, a manifestarem-se nas variáveis de PP e AP. Contudo aparecem diferenças significativas em função do Esc em sete das nove variáveis avaliadas (exceto na %DP e  $FC_W$ ), sendo o factor Esc aquele que maior influência exerce nos valores verificados.

Correlações – neste ponto pode-se observar que em ambos os escalões há uma relação forte em praticamente todas as variáveis absolutas do teste de PA e PAN, embora o nível de correlação do  $VO_{2Abs}$  com o AP dos INF NT seja moderado mas perto do valor de 0,65. Contudo, ao nível da correlação das variáveis relativas verifica-se que onde os participantes INI (T e NT) apresentam correlações moderadas ( $r \leq 0,64$ ) os INF apresentam correlações fortes ( $r \geq 0,65$ ).

## **Capítulo V**

### **Discussão dos Resultados**



## **1. – Introdução**

É objetivo deste capítulo realizar a discussão dos resultados, comparando-os com os dados apresentados pelos autores consultados, com início nos dados das variáveis antropométricas, passando pelos testes de potência aeróbia (PA) e potência anaeróbia (PAN).

Serão também abordados os resultados obtidos nos testes de correlação, uma vez que a resposta do problema passa por conseguir perceber de que forma a prestação num teste se relaciona com a prestação no outro teste ou se não existe qualquer relação.

De forma abrangente, será pelas reflexões colocadas neste capítulo que se poderá passar às conclusões finais e responder ao problema colocado.

## **2. – Discussão da antropometria da amostra**

### **2.1. – Discussão da caracterização antropométrica dos iniciados**

Os resultados apresentados no capítulo anterior, referentes às variáveis antropométricas do grupo de iniciados, são dados importantes para a caracterização e comparação dos subgrupos que a constituem, vulgo treinados da modalidade de futebol e não treinados.

A presença ou ausência de diferenças significativas em alguma destas variáveis poderá justificar os resultados obtidos nos testes físicos que pretendem aferir a PA e a PAN. Tal deve-se ao facto da influência que variáveis como o P têm sobre a prestação absoluta de consumo de O<sub>2</sub> num teste de PA e de produção de trabalho num teste de PAN (ACSM, 2009; Armatas *et al.*, 2010; Rump *et al.*, 2002; van Praagh, 1998).

Pela análise da tabela 8, verificou-se que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na maioria das variáveis (excluindo a %MG e %MM), havendo dados estatísticos que apontam para a existência de homogeneidade nos subgrupos. A verificação destes resultados conferiu viabilidade à comparação entre os subgrupos.

Outro ponto a reter é que os dados verificados vão ao encontro de valores normais para as idades cronológicas, estando de acordo com os valores indicados pela bibliografia consultada (Armatas *et al.*, 2010; Bottaro *et al.*, 2011; Breese *et al.*, 2010; McVeigh, 1995; Obeid *et al.*, 2011; Saavedra *et al.*, 2010; Tsiaras *et al.*, 2010).

A comparação com outros estudos permite afirmar que os iniciados apresentavam características antropométricas consideradas normais para idade. Conclui-se assim, que os valores que se observaram nos testes fisiológicos não sofreram influência de valores antropométricos anormais, sendo este um grupo com antropometria normal para a idade.

Pode-se também excluir a influência da metodologia de recolha da antropometria, pois as técnicas aplicadas são também amplamente utilizadas na bibliografia consultada (ACSM, 2006; ACSM, 2009; Bar-Or, 1996; Heyward, 2006).

Pelas razões enumeradas, consideramos que os subgrupos equiparam-se a nível antropométrico, não vindo daí uma influência significativa que justifique as diferenças que se podem ler nas variáveis de PA e PAN.

Todavia, é importante referir que apesar de não se terem analisado diferenças significativas entre os subgrupos ao nível das variáveis de Alt, P e IMC, o mesmo não acontece quando se avalia a composição corporal.

As diferenças verificadas entre T e NT podem ser explicadas pelo que é afirmado em muitos estudos que têm comprovado que a atividade física acarreta benefícios ao nível da composição corporal (%MG) e da resposta cardíaca (FC), permitindo o alcance de um perfil lipídico mais adequado Tan et al. (2010). Também Bottaro *et al.* (2011) referem que a prática regular de atividade física previne, entre outras coisas, a obesidade e problemas cardíacos. Sacheck *et al.* (2011) alertavam para dados que indicavam que os participantes com mais P e %MG são normalmente aqueles que menos atividade física realizam semanalmente. O mesmo ponto de vista é partilhado por outros autores (Murtagh *et al.*, 2011; Sherar *et al.*, 2010).

## **2.2. – Discussão da caracterização antropométrica dos infantis**

Pelos resultados apresentados no capítulo anterior, pode-se então compreender que ambos os subgrupos apresentam uma morfologia homogénea e excluir que venha das variáveis antropométricas a justificação para as diferenças que se podem manifestar entre os subgrupos (T e NT) nos testes de PA e de PAN.

A importância da homogeneidade, encontrada entre os grupos, prende-se com a influência que variáveis como a Alt e o P podem ter na execução dos protocolos e no impacto que podem ter nos valores absolutos de consumo de O<sub>2</sub> ou nos valores obtidos de PP e AP (Rump et al, 2002; van Praagh, 1998).

Ainda assim, destaque-se que, contrariamente ao que se poderia esperar, os participantes T são os mais pesados, aqueles que apresentam %MG mais elevada e menor %MM apesar da altura média dos subgrupos ser aproximada. Segundo a bibliografia analisada, os participantes que pertencem aos dois primeiros estágios de maturação de Tanner, tendem a desenvolver muitas das suas atividades físicas recorrendo ao perfil anaeróbio não havendo uma verdadeira “queima” de gordura ou perda de peso por via do exercício aeróbio nestas idades (ACSM, 2006; Bar-Or, 1996; Breno, 2011; Leclaire *et al.*, 2010; van Praagh, 1998). Se se atender às especificidades do futebol 7 (que é a variante utilizada nos INF T), onde o metabolismo anaeróbio é amplamente solicitado, uma vez que os participantes estão mais vezes perto das zonas de decisão e à constante rotatividade dos atletas durante o jogo e treino, pode-se compreender que se verifiquem os resultados apresentados e entender que o treino não é necessariamente um factor conducente a uma redução do P e da %MG nos participantes que se enquadram no estágio 1 de Tanner deste, podendo estes valores superiores serem um facto casual e não terem relação com o objeto ou contexto de estudo.

### **2.3. – Discussão das diferenças antropométricas entre iniciados e infantis**

Discutida a antropometria dos subgrupos dentro dos próprios escalões, discutem-se agora as diferenças manifestadas entre os escalões.

Atendendo às tabelas 8 e 9, apresentadas no capítulo anterior, observam-se diferenças entre os valores médios dos grupos em todas as variáveis analisadas. Os resultados são mais favoráveis aos participantes INI mais pesados, mais altos, mais magros e com um IMC superior. Estas diferenças médias podem ser consideradas como normais e associadas ao crescimento (ACMS, 2006; Rowland, 2005; van Praagh, 1998) uma vez que os INI são mais velhos e pertencentes ao quarto nível de maturação de Tanner (1962).

Mas as diferenças médias observáveis são significativas, quer em termos estatísticos, quer em termos de impacto, sendo que o Esc justifica grande parte do intervalo verificado em termos de Alt e de P. Estas duas variáveis são amplamente enunciadas na literatura, quando se fala de influências antropométricas, nos valores absolutos observados, quer no teste de PA, quer no teste de PAN (Baptista & Sardinha, 2006; Bar-Or, 1996; Heyward, 1997; Koch & Britton, 2008; Rump *et al.*, 2002; van

Praagh, 1998) exercendo influência nas variáveis  $VO_{2Abs}$ , PP e AP justificando amplamente as diferenças encontradas entre os escalões.

Pode-se então afirmar que, naturalmente, os participantes INI apresentam valores antropométricos e de constituição corporal mais elevados que os participantes INF sendo esta diferença claramente justificável pelo factor da idade e da maturação. Estas variáveis têm forte influência em algumas das variáveis do teste de PA e do teste de PAN.

### **3. – Discussão da potência aeróbia da amostra**

#### **3.1. – Discussão da potência aeróbia dos iniciados**

Estatisticamente, nos valores médios da variável  $VO_{2Abs}$  verificaram-se diferenças significativas entre os grupos que não podem ser associadas a possíveis diferenças morfológicas e antropométricas dos participantes, uma vez que, como foi afirmado anteriormente, não se obtiveram diferenças significativas entre os dois subgrupos para as variáveis P ou Alt. Ainda assim, apesar de não se ter verificado existir diferenças significativas entre o P dos participantes treinados da modalidade de futebol e não treinados, o primeiro grupo apresenta um valor superior de %MM, isto é, tendo sensivelmente o mesmo P apresenta maior percentagem de massa muscular, tendo maior volume de tecido que efetivamente consome mais  $O_2$ , podendo esta também ser uma justificação para as diferenças verificadas nos valores absolutos, algo também defendido pela bibliografia (Rump *et al.*, 2002).

Ainda assim, é importante referir que o  $VO_{2Abs}$  só por si não espelha fielmente o nível de CA e PA, uma vez que não exclui um fator fundamental que interfere diretamente na capacidade absoluta de consumo de oxigénio, o P (Bloxham *et al.*, 2005; van Praagh, 1998).

As diferenças significativas que se encontraram entre os grupos nos valores de  $VO_{2Rel}$  (T:  $70,7 \pm 7,1$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ; NT:  $55,6 \pm 8,3$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), reforçaram as informações obtidas pela comparação da variável de  $VO_{2Abs}$ , podendo-se então deduzir que existe uma superior e efetiva CA e PA dos participantes T em relação aos participantes NT, pois por cada quilograma, estes continuam a consumir mais oxigénio, com uma diferença média de quinze unidades e com uma dispersão de resultados relativamente baixa.

Os valores verificados no grupo NT enquadram-se nos que são referidos por Marwood, Roche, Garrard e Unnitham (2011) que indicam uma média de consumo de  $54,9 \text{ mml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em jovens com a idade de 15,8 anos, os de Tsiaras *et al.* (2010) com valores médios de  $\text{VO}_{2\text{Rel}}$  de  $53,58 \text{ mml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em participantes com idade de 14,9 anos e Eastwood, Bourdon, Withers e Gore (2009) que reportam valores de  $\text{VO}_{2\text{Rel}}$  de  $57,8 \text{ mml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em jovens com idade média de 13,8 anos. No entanto, só os valores verificados no grupo NT se enquadram nestes resultados reportados pela bibliografia. Este facto pode fortalecer ainda mais a opinião de existir uma efetiva superioridade, ao nível do metabolismo aeróbio, por parte dos participantes T, em relação aos NT.

Outro aspeto a salientar está relacionado com a resposta cardiorrespiratória manifestada pelos participantes. Esta resposta acarreta uma componente ventilatória e outra cardíaca, sendo que os ciclos e ritmo destas componentes aumentam até um determinado limite sem serem aspetos limitadores do  $\text{VO}_{2\text{Max}}$  (Armstrong & Welsman, 1993; Rowland, 2005), como já havia sido referido. Apesar de tudo, na resposta ventilatória verificaram-se, estatisticamente, diferenças significativas entre os grupos, com os participantes T a apresentarem valores de  $V_E$  superiores ( $V_E: 123, 2 \pm 18,7 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) em relação aos NT ( $V_E: 108,4 \pm 21,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

As diferenças também se observaram ao nível da FC, ou seja, ao da resposta cardíaca que foi mais eficiente nos participantes T ( $\text{FC}: 191,0 \pm 6,1 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ), que apresentaram valores de FC inferiores aos obtidos nos participantes NT ( $\text{FC}: 195,7 \pm 4,2 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Este facto é um indicador de uma maior eficiência do músculo cardíaco por parte dos participantes que treinam regularmente, o que pode ter como causa a realização de prática desportiva regular, pois crianças fisicamente ativas apresentam uma aptidão cardiorrespiratória e muscular superiores (Murtagh *et al.*, 2011), estando a atividade física regular, associada a benefícios de saúde, nas crianças e nos adolescentes (Sherar *et al.*, 2010).

Os resultados encontrados permitem também afirmar que os participantes T apresentam uma condição de saúde igualmente superior, porque esta está associada a uma boa capacidade aeróbia (Breithaupt *et al.*, 2012; Harmansen *et al.*, 2011).

### 3.2. – Discussão da potência aeróbia dos infantis

Os valores de PA registados nos INF mostram que a maioria das variáveis recolhidas apresentam dados próximos, embora que ligeiramente superiores, àqueles que são indicados na bibliografia.

Entre os participantes treinados da modalidade de futebol e não treinados, para a primeira variável considerada,  $VO_{2Abs}$ , não foram verificadas diferenças significativas estando os resultados em concordância com os reportados na bibliografia, tendo como exemplo o estudo de Fernandes (2006).

Excluída a possibilidade de interferência das variáveis antropométricas, onde não se verificaram diferenças significativas entre os subgrupos, pode-se discutir que o treino, em si, não seja um factor conducente, nestas idades, a uma melhoria do  $VO_{2Abs}$ . É importante recordar que esta é uma variável sujeita a forte influência do P e da massa corporal, por exemplo, (ACSM, 2006; Heyward, 2006; Rowland, 2005) e que na presença de valores semelhantes para populações com características antropométricas homogêneas, pode-se deduzir, pelo  $VO_{2Abs}$ , que os valores de  $VO_{2Rel}$  serão também eles aproximados.

Se comparados com a literatura, estes resultados estão em conformidade com os valores apresentados por Fernandes (2006), que apresentou valores de consumo relativo de  $O_2$  médio de  $57,61 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , em jovens futebolistas com idades médias de onze anos. Também nos estudos realizados por Pitetti et al. (2002), Zafeiridis *et al.* (2005), Vinet et al. (2002) apontam valores entre 40 e os  $57 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Destaque ainda para os valores máximos verificados nos participantes INF (T:  $75,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ; NT:  $70 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) que são muito superiores às médias apresentadas pelos grupos, podendo tal significar que os participantes com tais registos podem já apresentar adaptações ao esforço, maior eficiência cardiorrespiratória e capacidade de esforço superior aos demais participantes.

A não verificação de diferenças significativas entre os subgrupos T e NT dos INF, que apresentam valores médios muito aproximados e com desvios padrão também muito idênticos, o que indica que o treino não é um factor conducente à melhoria do  $VO_{2Abs}$  ou  $VO_{2Rel}$ .

Importante também notar que existe uma forte associação entre o  $VO_2$  e a intensidade de esforço (ACSM, 2006). Desta forma, os valores apresentados indicam que os participantes com valores máximos registados têm aptidão para desenvolver a sua

atividade física, com recurso ao metabolismo aeróbio, a uma intensidade superior quando comparados com os restantes.

Também ao nível da  $V_E$ , apesar dos valores médios dos subgrupos não serem tão próximos, não se comprovou existirem diferenças significativas. A análise desta variável permite ter consciência da real capacidade de resposta respiratória dos participantes.

Os valores encontrados equiparam-se aos relatados por Fernandes (2006) numa amostra de participantes praticantes de futebol, com idades entre os 11 e 12 anos (com valores médios de  $88,06 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) mas sendo superiores aos valores relatados por Pitteti et al. (2002).

Também para este ponto se pode destacar o valor máximo alcançado por um dos participantes T, de  $109 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ . É muito elevado em relação às médias deste e de outros estudos, mesmo em relação aos valores máximos registados no estudo de Fernandes (2006), em que um participante treinado alcançou valores de  $V_E$  de  $103 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Mas é na outra componente da resposta cardiorrespiratória,  $FC_B$ , que surgem as diferenças significativas entre os participantes. Os dados verificados pelos participantes T deste grupo, têm a particularidade de serem inferiores aos reportados por Fernandes (2006) e Vinet et al. (2002) e a existência de diferenças para os NT indicam que o treino poderá ser um factor conducente à adaptação do músculo cardíaco ao esforço. Esta constatação sai reforçada se tivermos em atenção que os valores médios de  $b\cdot\text{min}^{-1}$  foram significativamente inferiores aos valores manifestados nos NT, tanto ao nível estatístico como ao nível do impacto, para consumos de  $O_2$  absoluto e relativo muito semelhantes, ou seja, existe uma eficiência cardíaca superior que permite aos participantes consumir um  $VO_2$  elevado com um número inferior de pulsações. Todavia, tanto para um subgrupo como para o outro, os dados recolhidos de  $FC_B$  enquadram-se no nível de intensidade máxima de esforço (Castelo, 2003).

No global, pode-se afirmar que se manifesta alguma conformidade entre os valores dos INF, que apresentam resultados enquadrados com aqueles enunciados na bibliografia, sendo que só numa das quatro variáveis estudadas se verificaram diferenças significativas entre T e NT.

### **3.3. – Discussão das diferenças de potência aeróbia entre iniciados e infantis**

Ao longo da revisão de literatura foi referido o papel que tanto o crescimento como a morfologia dos participantes exerce sobre as variáveis de consumo de  $O_2$  e

cardiorrespiratórias. Desta forma, a manifestação de diferenças significativas entre INI e INF em função do Esc que se consumiu entre os grupos e subgrupos não constitui, em si um factor de surpresa.

Atendendo aos intervalos observados no  $VO_{2Abs}$ , sabendo que o Esc pode justificar 54% das diferenças assinaladas e a influência que as variáveis antropométricas (Alt, o P e o IMC) têm sobre o consumo absoluto de oxigénio (ACSM, 2006; Fernandes, 2006, Heyward, 1997; Rowland, 2005; Tsiaras et al., 2010), pode-se discutir que o facto de os INI serem mais pesados, altos e terem uma constituição física mais elevada leva a que este grupo, em termos absolutos, consuma mais oxigénio que os INF.

Será importante não esquecer que a Cod poderá também justificar 15% das diferenças manifestadas entre os grupos e subgrupos, podendo tal indicar que o treino, no escalão INI, seja um fator conducente a uma melhoria do consumo de O<sub>2</sub> em exercício, ao contrário do que se verificou nos INF.

O que é dito no parágrafo anterior ganha maior relevo quando se tem em atenção que ao contrário do que se verifica nos INF, nos INI há diferenças significativas ao nível do consumo absoluto de oxigénio, observando-se o mesmo entre T e NT na variável  $VO_{2Rel}$ .

O procedimento estatístico utilizado indicou que, para a variável  $VO_{2Rel}$ , o Cod e a interação do Esc\*Cod justificam cerca de 32% das diferenças assinaladas, explicando o Esc isoladamente só 9% das diferenças no  $VO_{2Rel}$ . Dito por outras palavras, ao contrário do que se verificou nos INF, os INI manifestaram diferenças entre T e NT no  $VO_{2Rel}$ , podendo-se supor que o treino é um factor conducente a uma efetiva melhora da capacidade aeróbia absoluta e relativa, e que associado ao crescimento, o seu impacto tende a aumentar.

Entre os NT de ambos os escalões as médias não são muito díspares, mas são-no entre os T dos INI e INF, reforçando a ideia que o treino associado ao escalão produz efeitos nos INI. Também a evolução dos T em relação aos NT nos INI é significativamente superior ao verificado nos INF, suportando este raciocínio.

Também a resposta cardiorrespiratória dos participantes foi significativamente diferente, em função do Esc e da Cod, tanto ao nível da  $V_{EB}$ , como da  $FC_B$ . Estas diferenças são amplamente associadas ao Esc que parece justificar 47% das mesmas, o que será perfeitamente natural, uma vez que, com o crescimento, o volume e capacidade pulmonar aumentam substancialmente assim como a capacidade respiratória e

ventilatória (ACSM 2006; Bar-Or & Rowland, 2004; Guyton & Hall, 2006; Rowland 2005).

Na outra vertente da capacidade cardiorrespiratória, que pode ser controlada pela  $FC_B$ , conclui-se que em ambos os Esc manifestam-se diferenças em função da Cod. Significa isto que tanto os T INI como os T INF apresentam diferenças significativas para os NT dos seus escalões, levando a concluir que o treino é um factor conducente a uma melhoria da eficiência da contracção cardíaca, seja em INF, seja em INI, promovendo uma resposta mais eficaz do músculo cardíaco, em esforços máximos, que contraindo-se menos vezes, obtém no entanto, um rendimento superior.

Neste caso o Esc (20%) e o Cod (30%) justificam 50% das diferenças manifestadas.

#### **4. – Discussão da potência anaeróbia da amostra**

##### **4.1. – Discussão da potência anaeróbia dos iniciados**

Avaliou-se também o metabolismo anaeróbio por intermédio da PAN e da CAN dos participantes, sendo feita a comparação entre os subgrupos, com o intuito de perceber se existem diferenças significativas na utilização deste metabolismo, num teste máximo (WAnT) e os factores que podem estar na base das diferenças que se verificaram.

Para a avaliação deste metabolismo, por via da PAN dos participantes, testou-se e mediu-se o PP atingido pelos T e NT. A ausência de diferenças significativas indica que, em termos absolutos, os dois grupos apresentam prestações semelhantes ao nível da PAN, podendo-se deduzir que o treino não é um factor conducente à evolução da PAN, volte-se a frisar, em termos absolutos.

Em relação à bibliografia consultada, estes resultados enquadram-se com os dados referidos por Carvalho *et al.* (2011) que referem valores médios de PP entre os 357 w e 978 w num estudo realizado com jovens entre os 14 e os 16 anos, ou com o estudo de Delgado, Allemandou e Peres (1993) onde se verificaram médias de PP de 600 w, numa amostra constituída por elementos entre os 14 e os 15 anos.

O mesmo se pode dizer da CAN avaliada por intermédio da variável absoluta de AP, não se tendo lido diferenças significativas entre os grupos. Também nesta variável é um participante NT que obtém o valor máximo mais elevado podendo-se discutir que o

treino não seja um fator conducente a uma melhor prestação absoluta da CAN em laboratório.

Ainda assim, os valores alcançados nos dois grupos vão ao encontro dos reportados por Carvalho *et al.* (2011) que no seu estudo com jovens (idd: 14 – 16 anos) apontou resultados de AP entre os 357 e os 978 w. Todavia, estes são inferiores aos reportados por Benek *et al.* (2007) que aponta para um AP médio da sua amostra (idd: 16, 3 anos; P: 67,3 kg) de 598,9 w. Podem-se também referir os dados relatados por Falgairette *et al.* (1991) que nas suas amostras (idd: 13,0 anos; P: 44 kg) (idd: 14 – 15 anos; P: 53,0 kg) verificou valores de AP de 294,8 w e 402,8 w.

Destaque-se igualmente que, quando observado o gráfico da prestação de ambos os grupos, estes apresentaram uma curva típica de WAnT, sendo que se pode concluir que esta, em condições normais de execução, surge independentemente do nível de prática desportiva, por estar fortemente associada à capacidade de produzir um dado pico de potência e à fadiga inerente à tentativa de prolongar esse pico no tempo. Os gráficos apresentados nas figuras 10, 11, 12 e 13 espelham a grande capacidade do metabolismo anaeróbio para fornecer energia de forma rápida para esforços curtos e à sua curta habilidade de fornecer energia para a contração por longos períodos de tempo, levando a uma queda na prestação desportiva.

A apresentação dos valores verificados neste e noutros estudos serve essencialmente para se compreender se a amostra que constitui o presente estudo apresenta dados normais para a idade, nas variáveis estudadas. Neste sentido, face ao exposto, pode-se considerar que os participantes apresentaram valores normais de PP e AP. Contudo, não pode passar despercebido que estas são variáveis absolutas e que o fator P exerce grande influência sobre os resultados agora discutidos.

Os resultados obtidos na variável  $PP_{Rel}$  apresentaram diferenças significativas entre o subgrupo T e NT. Desta feita, pode-se discutir que o treino tem um efeito real sobre o metabolismo anaeróbio, com uma melhoria na performance de  $PP_{Rel}$  na ordem dos 7 a 10%. Estes efeitos, segundo a bibliografia consultada, podem estar relacionados não só com uma melhoria da coordenação motora por via neuromuscular, intramuscular e intermuscular, mas também com um efetivo benefício do treino sobre a capacidade de produzir força (Boltaro, 2011). Estas diferenças podem também ser explicadas por haver uma maior eficiência na produção de energia por parte do grupo T, uma vez que estes solicitam constantemente o trem inferior nos seus exercícios de treino que envolvem

muitos *sprints*, saltos, mudanças de direção e atividades de força explosiva (Sargeant, 1989; van Praagh, 1998; van Praagh, 2000; Rankovic *et al.*, 2007; Beneke *et al.*, 2007).

Estes resultados enquadram-se nos valores reportados por Falgairette *et al.* (1991) que verificou um  $PP_{Rel}$  de  $9,1 \text{ w}\cdot\text{kg}^{-1}$  na sua amostra (idd: 13 anos) ou nos dados publicados pelo mesmo autor (Falgairette *et al.*, 1994) que noutra amostra (idd: 13,8) apontou resultados de  $PP_{Rel}$  de  $9,5 \text{ w}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Também no  $AP_{Rel}$  verificaram-se diferenças significativas entre T e NT. Nesta situação pode-se deduzir que o treino regular tem um efeito conducente à melhoria da CAN muscular na ordem dos 10 a 13%, sendo que a exclusão P permite compreender que estes resultados indicam que há ganhos efetivos na CAN.

Os resultados verificados estão de acordo com os reportados por Falgairette *et al.* (1991), que apurou valores de  $AP_{Rel}$  de  $6,7 \text{ w}\cdot\text{kg}^{-1}$  numa amostra com idd média de 13 anos. Já Benek *et al.* (2007), com uma amostra de idd superior (16,3 anos), indicou valores de  $AP_{Rel}$  superiores ( $8,9 \text{ w}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Outras variáveis foram tidas em conta, como o LP, o DP e a %DP sendo que, em nenhuma foi detetada a existência de diferenças significativas, entre os grupos que constituem a amostra. Considerando esse aspeto, pode-se afirmar que os grupos não diferem muito um do outro nas variáveis que espelham os índices de fadiga dos participantes e, por sua vez, a relação existente entre o valor máximo atingido e a capacidade de resistir à fadiga, apontando mais uma vez para o treino não ser, em termos absolutos, um fator conducente a uma melhoria clara e inequívoca do metabolismo anaeróbio e da capacidade dos participantes T de realizarem tarefas com resultados superiores.

Os resultados verificados ao nível da FC e a ausência de diferenças significativas entre os grupos, são também um forte indicador de que o nível de esforço colocado em prática, foi máximo para os dois grupos (Castelo, 2003), de magnitude semelhante (T:  $184,7 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ; NT:  $187,8 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e indicam que, mesmo ao nível da resposta cardiorrespiratória, a atividade desportiva regular, nestas idades, ainda não leva a uma melhoria do nível da prestação e da resposta fisiológica ao esforço (Chaouachi *et al.*, 2011; Ta net al., 2010).

De uma maneira geral, pode-se discutir que o nível de capacidade global para produzir esforço é semelhante entre os grupos, não havendo claros indicadores de que um grupo se sobrepõe ao outro na prestação da PAN e CAN absolutas. Contudo, se

excluirmos o P os participantes T tendem a apresentar uma resposta mais eficaz, intensa e com valores médios relativos, mais elevados que os participantes NT.

É importante manter em vista estas perspectivas, absoluta e relativa, sendo que é importante não esquecer que no dia-a-dia, é o global que trabalha e que é posto em prática, sendo a vertente relativa que fornece os verdadeiros indicadores da PAN e da CAN.

Saliente-se também que estes resultados foram obtidos por via indireta da avaliação do metabolismo energético, ou seja, o teste WAnT avalia a PAN e CAN através da prestação motora e produção de trabalho, durante um período de tempo sem que se saiba, ao certo, quais os resultados ao nível do consumo energético, por via anaeróbia na célula muscular, uma vez que não se realizam biopsias pelas razões anteriormente apontadas (Barfield *et al.*, 2002; Guerra *et al.*, 2009). Ainda assim, é seguro poder-se afirmar que os resultados obtidos, absolutos e relativos, espelham a real capacidade de produzir força e de a manter ao longo do tempo por parte dos participantes (Bar-Or, 1996; Guerra *et al.*, 2009; Rowland, 2005), sendo viáveis as conclusões que daí se possam tirar (Inbar *et al.*, 1996; Guerra *et al.*, 2009; Rankovic *et al.*, 2007).

#### **4.2. – Discussão da potência anaeróbia dos infantis**

Também nos INF só três das nove variáveis em estudo apresentaram diferenças significativas entre os treinados da modalidade de futebol e os não treinados. Essas variáveis são as absolutas de PP e AP.

Quando comparados com os valores de PP referidos pela bibliografia pode-se concluir que estes valores estão de acordo com os que foram reportados por Fernandes (2006) que verificou valores médios de 301 W num conjunto de participantes praticantes da modalidade de futebol, Mastrangelo *et al.* (2007), que refere valores de 389,7 W em crianças com idades médias de 12 anos e Martin *et al.* (2004) que descreve ter obtido dados de 353 W, recolhidos em crianças de 11,4 anos no teste WAnT.

Ao nível da AP alguma bibliografia aponta para valores ligeiramente superiores, como Fernandes (2006) que refere um AP de 226 W ou Mastrangelo *et al.* (2004) que reportou valores de AP médios de 296,7 W em participantes com 12 anos de idade.

Pelo exposto, pode-se afirmar que os INF apresentam valores normais para a idade, sendo que este é um factor que condiciona fortemente o nível de prestação dos participantes, onde a diferença de um ano de idade pode ter um impacto elevado nos valores atingidos (Martin *et al.*, 2004).

As diferenças significativas verificadas entre os grupos T e NT, para os valores absolutos de PP e AP, podem no entanto, ser explicadas pelo facto de os participantes T, na sua atividade desportiva, solicitarem constantemente o trem inferior, garantindo-lhes maior coordenação inter e intramuscular, uma resposta neuromuscular mais eficaz e consequentemente uma maior capacidade de produzir força que se reflete na potência atingida no teste WAnT. Estes fatores são sugeridos pela literatura, como aspetos condicionantes da prestação num teste de PAN e CAN e podem ser melhorados com o treino (Sargeant, 1989; van Praagh, 1998; van Praagh, 2000; Rankovic *et al.*, 2007; Beneke *et al.*, 2007).

No entanto, quando observados os valores de prestação de  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ , não se verificam diferenças significativas entre os grupos T e NT.

Ainda assim, os valores recolhidos enquadram-se com os que foram descritos por Fernandes (2006), que registou um  $PP_{Rel}$  de  $8,02 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e um  $AP_{Rel}$  de  $6,05 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  ou Andreacci *et al.* (2007), relatando valores de  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$  de  $6,3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e  $3,3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  nos participantes pré-pubescentes que analisou. Outros autores referem também valores que se enquadram nesta análise como Marjerrison *et al.* (2007) e Mastrangelo *et al.* (2004), que reportam valores de  $PP_{Rel}$  entre  $5,9$  e  $8,3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e dados de  $AP_{Rel}$  entre  $4,6$  e  $6,4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Mas, é pela análise concomitante de dados absolutos e relativos de PAN e CAN que se pode traçar o perfil anaeróbio dos subgrupos selecionados, com maior segurança. Por um lado, enquanto as diferenças manifestadas em termos absolutos de PP e AP podem indicar, como já foi referido, que os participantes T possam ter uma coordenação intra e intermuscular superiores que levem a um aumento da sua prestação em relação aos NT, por outro lado, os valores verificados em termos relativos sugerem que o efeito do treino ao nível da força muscular e do funcionamento metabólico ainda não se faz sentir de forma significativa em participantes pré-pubescentes.

Ao nível do LP verificaram-se diferenças significativas entre T e NT, com os valores superiores a serem atingidos pelos T. Estes dados indicam que os participantes T para além de conseguirem obter valores pico mais elevados, atingem valores finais superiores. Compreende-se melhor o que foi afirmado se se atender a que, em termos percentuais, os participantes T chegam ao fim do teste desapossados de 47,2% da energia colocada no início do teste sendo esse resultado, muito semelhante ao dos participantes NT que perdem 45,5%. Isto indica que, em relação ao nível máximo alcançado, os

participantes T e NT perdem sensivelmente a mesma capacidade ao longo dos 30 segundos.

Assim sendo, as diferenças (não significativas) manifestadas nos valores absolutos de DP indicam que os participantes T perdem unitariamente mais energia que os NT. Tal representa praticamente o mesmo quando tido em conta o valor de PP que cada subgrupo atinge. Esta perda semelhante de energia reforça a ideia de que os participantes T não obtiveram, por via do treino, uma melhoria significativa da sua capacidade anaeróbia e que o seu metabolismo e forma de emprego ainda não diferem muito dos NT.

Nas variáveis que permitem a análise da resposta cardiorrespiratória também não se verificaram grandes diferenças entre T e NT, indicando que, a este respeito os grupos equiparam-se.

Em geral pode-se afirmar que os resultados obtidos são os esperados para as idades, pois os valores registados e os valores analisados na bibliografia consultada, são aproximados na maioria das variáveis. É também relevante que apesar de se terem verificado diferenças significativas entre os grupos nas variáveis PP e AP, estas diferenças não se revelam quando se observam os valores que têm em conta o peso dos participantes nas variáveis  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ , fazendo supor que os efeitos do treino ainda não se fazem sentir no grupo.

#### **4.3. – Discussão das diferenças da potência anaeróbia entre iniciados e infantis**

A avaliação, comparação e descrição do perfil anaeróbio em indivíduos de idades cronológicas e estados maturacionais diferentes, devem ser feitas com a perfeita noção, logo à partida, de que a PAN e a CAN tendem a aumentar com a idade, especialmente durante a adolescência (Martin et al., 2004).

Este conhecimento permite perceber uma das razões pelas quais se verificam diferenças significativas, em função do escalão, em sete das nove variáveis do teste WAnT (exceto  $FC_w$ ).

A idade é um factor a ter em conta, quando se avalia as prestações no teste WAnT, pois existe uma relação direta entre a idade e as performances alcançadas. Por exemplo, Martin *et al.* (2004) referem que existe uma diferença de 131 W entre as médias de PP alcançadas por participantes com idade média de 12,6 anos e participantes com 10,3 anos. Tal verifica-se pela relação existente entre o aumento da idade e o crescimento

físico e morfológico, havendo uma clara tendência para um participante com quinze anos, apresentar uma capacidade superior de produção de força em relação a um participante de dez ou doze (van Praagh, 1998).

Não é difícil, então, de perceber, em termos absolutos, a diferença verificada em função do escalão, sendo que este factor justifica, só por si, 54% do desnível assinalado. No entanto, as diferenças em função do Cod não se revelam significativas, o que demonstra a dificuldade de treinabilidade deste metabolismo entre os 10 e os 15 anos.

O mesmo fenómeno observa-se em relação à CAN (AP), onde a diferença média em função do Esc, é de 131,5 W (diferenças significativas) não ultrapassando os 21,6 em função da Cod. Novamente o Esc tende a justificar 57% das diferenças manifestadas, demonstrando que o papel que o P e o crescimento (Alt) superior dos INI em relação aos INF é significativo enquanto o Cod tende a não ser.

Ainda assim, quando se têm em atenção as diferenças de  $PP_{Rel}$  em função do Esc ( $1,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) e da Cod ( $0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ), estas manifestam-se significativas em função de ambos os factores. Desta forma, pode-se perceber que o treino pode já estar a causar efeitos sobre o metabolismo anaeróbio, especialmente sobre a potência, dos INI, justificando 8% das diferenças referidas, sendo o Esc que justifica uma percentagem superior (43%).

Mas os resultados verificados ao nível do  $AP_{Rel}$  e as diferenças observadas ( $1,1 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) reforçam a ideia de que é o Esc que mais justifica as diferenças manifestadas, uma vez que é só em função deste factor que as diferenças são significativas e explicadas em 32%.

Observando o que foi dito sobre os dados de %DP, dificilmente se pode defender a tese da treinabilidade (especialmente da CAN) nos INF e nos INI. Contudo, os dados apresentados na tabela 14, que denunciam as diferenças entre T e NT, ao nível do  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ , permitem supor que o metabolismo anaeróbio pode e deve começar a ser colocado em *stress*, embora o trabalho não tenha que ser completamente focado nesse sentido.

Sobre a resposta cardiorrespiratória, só ao nível da  $V_{EW}$  é que se verificaram diferenças significativas entre os subgrupos, tanto em função do Esc ( $29,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) como em função da Cod ( $8,9 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) embora cada factor tenha uma preponderância diferente com o Esc a justificar 44% das diferenças manifestadas, enquanto o Cod tende a justificar 7% desse intervalo.

Para a  $FC_w$ , ao contrário do que se tinha verificado no teste de PA, não se verificam diferenças entre os subgrupos, nem em função do Esc, nem da Cod. Tal acontecimento pode ser atribuído à curta duração que tem o teste – trinta segundos – que

não são suficientes, como referido no capítulo II (ACSM, 2006; Heyward, 2006), para que o organismo e o músculo cardíaco cheguem a estabilizar ou a alcançar níveis de rendimento que distingam os mais velhos dos mais novos ou os treinados dos não treinados.

## **5. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia nos iniciados**

Embora, para resolver o problema levantado pelo estudo, a caracterização dos metabolismos aeróbio e anaeróbio seja importante, é a comparação e avaliação do nível de relação entre as suas variáveis que fornecerá a resposta para a questão da especialização metabólica.

Desta forma, foi feita a avaliação da relação entre as variáveis recolhidas no teste de PA ( $VO_{2Abs}$ ,  $VO_{2Rel}$ ,  $V_{EB}$  e  $FC_B$ ) e do teste de PAN (PP, AP,  $PP_{Rel}$ ,  $AP_{Rel}$ , LP, DP, %DP e  $FC_W$ ) com o intuito de se aferir se se verifica a existência de especialização metabólica nos iniciados, neste ponto, e nalgum dos grupos (T e NT), no ponto seguinte.

Será pela existência de relação direta e significativa entre as variáveis fisiológicas anaeróbias e as variáveis fisiológicas aeróbias que se poderá sugerir a existência ou ausência de especialização metabólica, pois os participantes que obtiverem melhores valores num teste serão também aqueles que apresentam valores mais elevados no outro teste (Bar-Or & Rowland, 2004; Mendes *et al.*, 2013; Rowland, 2002).

Pelos resultados apresentados na tabela de correlação 17 verifica-se que existe uma relação entre as variáveis absolutas do teste de PA e do teste de PAN ( $VO_{2Abs}$  e PP,  $r= 0,69$ ;  $VO_{2Abs}$  e AP,  $r= 0,68$ ).

Assim sendo, pode-se afirmar que no geral, em termos absolutos, há uma tendência importante mas não muito acentuada, para que os participantes que atingem um valor mais elevado nas variáveis do teste de PA sejam os mesmos que atingem prestações mais fortes nas variáveis absolutas do teste de PAN.

Contudo, em termos relativos esta relação não se manifesta de forma evidente ( $VO_{2Rel}$  e  $PP_{Rel}$ :  $r= 0,59$ ;  $VO_{2Rel}$  e  $AP_{Rel}$ :  $r= 0,59$ ) com a força das relações a ser moderada em vez de forte como se verificou nas variáveis absolutas.

Das relações testadas pode-se também destacar o baixo nível de correlação entre as variáveis de PP e DP. Esta situação dá indicações de que os participantes que obtêm valores mais elevados de PP, podem não ser os mesmos que apresentam valores mais

elevados de DP, ou seja, o participante que apresenta maior pico de potência pode não ser aquele que no fim tem uma maior perda de energia (índice de fadiga mais elevado). O mesmo se verifica entre as variáveis de AP e DP.

Ainda assim, a forte relação existente entre o AP e o LP ( $r = 0,79$ ) é um indicador de que a capacidade de manter a prestação motora, ao longo dos trinta segundos do teste, está fortemente relacionada com o valor final atingido, o que pode ser considerado como lógico, numa perspetiva de senso comum, pois quem apresenta um LP mais baixo terá atingido uma performance de AP também mais baixa, havendo uma clara relação causa-efeito.

## **6. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos infantis**

Fazendo o mesmo ponto de situação com os INF (tabela 20), pode-se compreender que os participantes que obtiveram valores mais elevados na prestação do teste de PA tendem a ser os que obtiveram melhores prestações no teste de PAN.

Para além disto, as relações verificadas entre as variáveis relativas de PA e PAN ( $VO_{2Rel}$ ,  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ ) são também elas fortes. Tal facto é importante, uma vez que, mesmo quando se excluem fatores que tendem a influenciar fortemente os resultados obtidos de forma absoluta, como o P e se avaliam os dados de forma relativa, o resultado verificado é praticamente o mesmo, sendo ligeiramente inferior numa relação e ligeiramente superior na outra.

Pode-se então afirmar que os participantes que apresentaram melhores prestações num dos testes são também os que têm valores mais elevados no outro teste, mesmo quando se avalia a relação entre as variáveis que têm em conta o peso.

No grupo dos INF também se verificaram outras relações fortes. A primeira a receber destaque é a que se observou entre a  $V_{EB}$  e o  $VO_{2Abs}$  mas que não se manifesta com a mesma “força” entre o  $V_{EB}$  e o  $VO_{2Rel}$ , estando no limite entre o moderado e o forte. Esta situação reforça o que foi referido anteriormente, onde segundo a bibliografia (Armstrong & Welsman, 1993; Bar-Or, 2005; Rowland, 2005) a  $V_E$  não é um fator limitador do consumo de  $O_2$ , estando associada ao  $VO_{2Abs}$ , mas não ao  $VO_{2Rel}$  que é fortemente influenciado por outros aspetos, como a capacidade de transporte de  $O_2$  pelo sangue ou mesmo de consumo de  $O_2$  por parte das fibras musculares.

Será também importante referir a forte relação que existe entre o PP e o DP dos participantes durante o teste de PAN. Os participantes que atingiram valores mais elevados de PP foram os mesmos que atingiram índices de fadiga mais elevados. Novamente pode deduzir-se que os efeitos do treino ainda não se refletem ao nível dos metabolismos energéticos pois os valores elevados de DP nestes participantes sugerem que estes não conseguem prolongar no tempo o nível de esforço que atingem ao 5º segundo do teste WAnT

De uma maneira geral, pode-se afirmar que os resultados apresentados na tabela 20 estão de acordo com Bar-Or (2004) e Rowland (2005), que afirmam haver uma relação direta entre as variáveis de PA e PAN em crianças pré-pubescentes.

De salientar que o trabalho desenvolvido por Fernandes (2006), não apontou no mesmo sentido tendo o autor referido que os seus dados iam ao encontro do que havia sido verificado por Docherty & Gaul citados por Rowland (2002). Estes autores referem não ter verificado a existência de uma relação entre as variáveis fisiológicas do teste de PA e PAN sugerindo que se possa verificar o início da especialização metabólica em alguns casos de jovens atletas.

## **7. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos subgrupos de treinados e não treinados dos iniciados**

Uma vez que o ponto anterior aborda as relações numa perspetiva global que permite, nesta investigação, retirar algumas conclusões gerais sobre os escalões, torna-se também importante retirar ilações relativas aos grupos separadamente, abordando os mesmos aspetos mas sempre levando em conta a influência que a prática desportiva regular ou a ausência dela pode exercer sobre os resultados obtidos.

Neste sentido, relativamente ao subgrupo T, observa-se a existência de relações nas variáveis absolutas dos testes de PA e PAN ( $VO_{2Abs}$  e PP;  $VO_{2Abs}$  e AP) podendo-se concluir que em relação ao grupo INI, há, da parte dos participantes treinados, a tendência para que o participante que obtém uma prestação mais forte num teste (PA) ser o mesmo que obtém resultados mais elevados no outro teste (PAN), quando se observam os valores absolutos de  $VO_{2Abs}$ , de PP e AP.

O mesmo se pode dizer dos participantes NT, mas estes obtêm valores mais elevados na relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o PP ( $r= 0,82$ ) quando comparados com o subgrupo

T e grupo de INI. Pode-se também considerar a relação entre o  $VO_{2Abs}$  e o AP ( $r= 0,69$ ) forte, apesar de ser mais fraca do que a verificada nos participantes T.

O que foi dito nestes parágrafos vai ao encontro da questão levantada por Rowland (2009) que coloca em causa a capacidade da célula muscular das crianças estar condicionada na sua capacidade oxidativa. O mesmo autor sustenta este raciocínio nas evoluções manifestadas no metabolismo aeróbio, mesmo quando o plano de treino é completamente focado na evolução do metabolismo anaeróbio. Desta forma, explica-se o facto de os participantes apresentarem boas prestações anaeróbias, acompanhadas de boas prestações aeróbias.

Contudo, poderá esta situação só ser ultrapassada após a puberdade (Mendez-Villanueva *et al.*, 2010; Rowland, 2002; Rowland, 2009)? Ao falar-se de participantes pertencentes ao estágio de Tanner 4, fala-se de participantes que estão a atravessar ainda essa fase, sendo que os indicadores apontam para que mesmo durante esta fase a questão tenha uma resposta positiva. Todavia, é importante não esquecer que se está unicamente a falar, até ao momento, da existência de relações nas variáveis absolutas, relações essas que não se verificam nas variáveis relativas do teste de PA e PAN.

Para estas variáveis não se verificou a existência de uma relação tão forte, ou seja, os participantes que obtiveram valores mais elevados de  $VO_{2Rel}$  não tendem a ser aqueles que obtêm valores mais elevados de  $PP_{Rel}$  ou  $AP_{Rel}$ , seja para o grupo T seja para o grupo NT.

A verificação destes resultados nas variáveis relativas opõem-se ao que foi dito nas variáveis absolutas, não permitindo que se tirem conclusões inequívocas. Neste campo surge a dúvida sobre a real capacidade dos participantes que obtêm melhores prestações no teste de PA serem aqueles que obtêm melhores prestações no teste de PAN.

A importância das variáveis relativas já foi amplamente referida ao longo deste trabalho, uma vez que espelham a verdadeira PA e PAN dos participantes, por excluir o P dos mesmos, sendo um indicador poderoso da capacidade de consumo de oxigénio e produção de força por cada quilograma corporal, dando informações mais realistas da verdadeira capacidade muscular dos participantes. Assim sendo, o que se verifica na tabela 18 e 19 indica que os resultados da prestação global poderão não se verificar ao nível muscular, abrindo-se espaço suficientemente amplo à dúvida, que impede a formulação de uma conclusão inequívoca da real relação entre a prestação no teste de PA e de PAN.

## **8. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos subgrupos de treinados e não treinados dos infantis**

Discutido o perfil aeróbio e anaeróbio do grupo de INF e vistos os níveis de correlação global deste grupo, aborda-se neste ponto a forma como as variáveis do teste PA e PAN se relacionam em função da presença do factor treino, comparando resultados de correlação dos participantes T e os NT.

Os dados recolhidos permitem compreender que os participantes T tendem a apresentar valores de correlação superior aos participantes NT. Tal facto indica que o treino parece não conduzir a uma performance superior de um metabolismo em relação ao outro, mas sim fomentar a evolução de ambos os metabolismos em simultâneo, mantendo a tendência dos mais rápidos serem os mais resistentes, indo ao encontro do que foi sugerido por Rowland (2002).

A presença de relações fortes, tanto para as variáveis absolutas, como para as variáveis relativas, cimenta mais a ideia da existência de um desenvolvimento simultâneo de ambos os metabolismos, seja na presença ou ausência do treino (Fernandes, 2006; Rowland, 2002; Rowland 2005). No entanto, tal não invalida que, em termos absolutos, os participantes T apresentem, por exemplo, valores de PP significativamente superiores aos NT, mas a relação entre os metabolismos, aeróbio e anaeróbio, é igualmente forte entre os subgrupos dos INF.

Os dados sugerem então que para este escalão, INF, poderá não haver justificação para trabalhar um metabolismo energético em detrimento de outro, uma vez que estes tendem, em qualquer uma das situações, a evoluir em simultâneo, seja em termos absolutos seja em termos relativos.

A realização desta avaliação de correlações e as semelhanças entre os grupos assinaladas a este respeito ganham maior importância se tivermos em conta que os subgrupos eram homogêneos relativamente à constituição corporal, morfologia, nível de maturação, perfil aeróbio e na generalidade do perfil anaeróbio, tendo as diferenças observadas sido devidamente justificadas.

## **9. – Discussão da relação das variáveis de potência aeróbia e potência anaeróbia dos iniciados e infantis**

Para que se percebam melhor as diferenças, evoluções e semelhanças entre os escalões de INI e INF discutem-se agora os resultados apresentados relativos aos níveis de correlação verificados entre as variáveis de teste PA e as variáveis do teste de PAN.

Atendendo exclusivamente aos dois subgrupos T analisados (INF T e INI T) pela tabela 23 pode-se verificar que as correlações das variáveis absolutas de PA ( $VO_{2Abs}$ ) e de PAN (PP e AP) perdem força de um escalão para o outro, com os INF a apresentarem valores mais elevados de correlação. Já em termos relativos só os INF T apresentam correlações fortes. Esta evidência poderá ser uma manifestação de que os metabolismos aeróbio e anaeróbio desenvolvem-se de maneira diferente de um escalão para o outro.

Neste sentido não se poderá afirmar que exista uma diferença clara entre os subgrupos, havendo espaço, no entanto, para reconhecer que há indícios de que nos INI se começa a manifestar a tendência para o desenvolvimento de um metabolismo em prejuízo do outro. Estes dados vão ao encontro do que já era sugerido por Mendez-Villanueva et al. (2010) e Rowland (2002), não sendo no entanto uma prova clara e inequívoca de que a especialização metabólica ocorra na sua expressão máxima nestas idades.

Ainda assim, uma situação parecida é observável, na tabela 23, entre os NT dos grupos INI e INF, ou seja, também nos elementos que não estavam sujeitos ao factor treino verifica-se que para os INF NT há três relações fortes entre variáveis do teste de PA e PAN sendo que nos INI NT só duas são fortes e as outras duas moderadas.

Estes dados não permitem ainda afirmar inequivocamente que há uma diferença clara entre NT dos INI e INF mas permitem, associados aos resultados verificados nos T dos INI e INF, compreender que se começa a assumir um padrão no desenvolvimento dos metabolismos dos INF para os INI.

Outra situação que merece destaque está relacionada com outra diferença observada entre INF e INI ao nível da relação entre  $VO_{2Rel}$  e  $PP_{Rel}$ . Neste sentido, enquanto nos INF o factor treino parece ter um efeito positivo sobre o nível da correlação entre estas variáveis, sendo o seu valor superior nos T, nos INI sucede o inverso, com os T a apresentarem um valor de correlação entre  $VO_{2Rel}$  e  $PP_{Rel}$  inferior ao verificado nos NT. Tal facto, associado ao que já foi dito anteriormente, fortalece a ideia de que há uma mudança no padrão de desenvolvimento dos metabolismos dos INF para os INI. Coloca-se a ideia de mudança no padrão pela diferença entre Esc associada ao facto de os dados tenderem a inverter-se de um Esc para o outro.

O que é agora indicado também é verificado quando se observam as figuras 20 e 21 em comparação com as figuras 28 e 29 do capítulo anterior. Os gráficos apresentados representam a relação, por Esc, entre as variáveis  $VO_{2Rel}$  com o  $PP_{Rel}$  e o  $AP_{Rel}$ . As principais diferenças de um Esc para outro são a maior dispersão da nuvem de pontos verificada nos INI em relação aos INF e a maior inclinação, positiva, da reta nos INF em relação aos INI.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que as diferenças observadas entre Esc sugerem a existência de uma alteração no padrão de desenvolvimento dos metabolismos dos INF para os INI.

## **Capítulo VI**

### **Conclusão**



## 1. – Introdução

No presente capítulo procedemos à exposição das respostas às questões orientadoras da pesquisa realizada e consubstanciadas nas hipóteses previamente elaboradas. Relativamente a estas, concluiremos pela sua aceitação ou rejeição mediante os resultados obtidos, fundamentando essa opção com o que foi exposto ao longo de todo o trabalho.

A aceitação ou rejeição das primeiras hipóteses (H1 – H3) permitirá concluir pela aceitação ou rejeição da hipótese 4, que é referente ao problema fundamental e orientador de todo este trabalho.

## 2. – Conclusões

Relativamente à hipótese um, “Existem diferenças significativas entre os indivíduos treinados em futebol e não treinados dos escalões iniciados e infantis nas variáveis fisiológicas no teste de potência aeróbia”

Para os iniciados, conclui-se pela sua aceitação, uma vez que das quatro variáveis avaliadas ( $VO_{2Abs}$ ,  $VO_{2Rel}$ ,  $V_E$ ,  $FC_B$ ), todas elas apresentavam diferenças significativas entre os subgrupos, tendo o grupo de treinados em futebol apresentado resultados que refletiram uma maior capacidade aeróbia e potência aeróbia.

Pelos resultados apresentados ao nível do consumo de  $O_2$ , conclui-se que há por parte dos sujeitos T, uma grande eficiência do aporte e transporte do oxigénio aliado a uma boa capacidade da célula muscular em utilizar esse oxigénio na produção de energia para atividade física.

Também os valores de  $V_E$  e  $FC_B$  indicam uma boa capacidade de resposta do sistema cardiorrespiratório que se apresenta superior nos indivíduos T. Apesar desta resposta não ser um fator limitante do  $VO_{2Max}$ , como referido no capítulo II, tem um papel muito importante na captação do oxigénio para dentro dos alvéolos pulmonares e no transporte de  $O_2$  até aos músculos em exercício. Saliente-se o que já foi referido no capítulo II, onde se indica que a maior limitação prende-se com a magnitude da captação de  $O_2$  pelos glóbulos vermelhos e pela magnitude das trocas gasosas ao nível alveolar e muscular.

No entanto, para os treinados de futebol e não treinados do escalão de infantis, o mesmo tipo de conclusão não pode ser tirada, uma vez que neste escalão, das quatro

variáveis em análise só numa se verificou existirem diferenças significativas ( $FC_B$ ) entre os subgrupos, o que revela que quer em termos absolutos ou relativos, o consumo de oxigénio não é significativamente diferente entre indivíduos treinados e não treinados.

Pode-se concluir que o treino de futebol, neste escalão, não é um fator conducente à melhoria do metabolismo aeróbio. Todavia, parece conduzir a uma melhoria na eficiência do músculo cardíaco em exercício, uma vez que os indivíduos infantis treinados, para o mesmo nível de esforço, necessitavam de menos contrações cardíacas por minuto. Mas esta conclusão reforça o que foi anteriormente dito, pois mesmo com maior e significativa eficiência cardíaca, os níveis de consumo de oxigénio não foram significativamente diferentes entre infantis treinados e infantis não treinados.

Quanto à hipótese dois que diz que “Existem diferenças significativas entre os indivíduos treinados em futebol e não treinados dos iniciados e infantis nas variáveis fisiológicas no teste de potência anaeróbia” considerando que das nove variáveis avaliadas (PP, AP,  $PP_{Rel}$ ,  $AP_{Rel}$ , LP, DP, %DP,  $V_{EW}$ ,  $FC_W$ ) só em duas ( $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ ) se verificaram diferenças significativas entre os dois grupos (T e NT), concluímos pela rejeição desta hipótese relativamente aos participantes do escalão de iniciados.

Contudo, as diferenças significativas que se verificaram-se nas variáveis de  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ , dão uma noção mais realista da verdadeira potência anaeróbia e capacidade anaeróbia dos indivíduos. Assim, apesar de se rejeitar  $H_2$ , pode-se assumir que há indícios de que a prática regular do futebol pode iniciar, nestas idades, um processo conducente a uma efetiva melhoria do metabolismo anaeróbio nos atletas jovens.

No grupo dos infantis verifica-se uma situação semelhante, ou seja, das nove variáveis em estudo só em 3 se observaram diferenças significativas (PP, AP, LP) sendo que todas elas são variáveis absolutas.

Estes dados não permitem de todo retirar a conclusão de que o treino é um fator conducente à evolução do metabolismo anaeróbio, uma vez que as diferenças só foram verificadas em variáveis absolutas. Estas podem ser fortemente influenciadas por fatores como uma melhor coordenação intra e intermuscular, que resulta do treino nestas idades (Rowland, 2005).

A ausência de diferenças significativas ao nível do  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$  como ao nível do DP ou %DP fundamenta também a conclusão de rejeição de  $H_2$  por parte dos INF, pois os indivíduos treinados não produzem, por quilograma, uma potência significativamente superior, da mesma maneira que não apresentam uma capacidade superior para resistir à

fadiga e manter os níveis de intensidade quando comparados com os dados relativos dos sujeitos não treinados.

Concluindo, a hipótese dois é rejeitada tanto para os indivíduos INI, como para os indivíduos infantis treinados na prática de futebol e não treinados.

Quanto à hipótese três que questiona se “Existe uma relação direta entre as prestações dos indivíduos no teste de potência aeróbia e no teste de potência anaeróbia no escalão de iniciados e infantis”, relativamente ao escalão de INF, conclui-se que esta hipótese é passível de ser aceite, uma vez que se manifestam relações fortes entre as variáveis de  $VO_{2Abs}$  e PP e AP e entre as variáveis  $VO_{2Rel}$  e  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ . Neste escalão, pôde-se compreender que os indivíduos que obtêm valores mais elevados num teste, tendem a obter uma prestação superior também no outro teste, sugerindo a ausência de especialização de um metabolismo em detrimento do outro.

Assim, para este escalão, conclui-se que o treino não é um factor conducente a uma superior prestação do metabolismo aeróbio e anaeróbio e que estes tendem a relacionar-se tanto ao nível das variáveis absolutas como das variáveis relativas.

Quanto ao escalão INI, os resultados obtidos levam a que se conclua pela rejeição da hipótese três.

Da avaliação do nível de correlação entre as variáveis de PA e PAN, verificou-se existir uma relação direta entre as variáveis absolutas de  $VO_{2Abs}$  com o PP e o AP. Contudo, pela análise das outras variáveis em escrutínio utilizadas para aferir se havia relação entre a prestação num teste de PA e a prestação num teste de PAN, verificou-se que não existe relação. Dedicando especial atenção às variáveis relativas ( $VO_{2Rel}$  com  $PP_{Rel}$  e  $AP_{Rel}$ ) verifica-se na amostra treinados da modalidade de futebol não treinados a ausência dessa relação.

Neste caso, ao contrário do que se verificou no escalão anterior os sujeitos iniciados treinados tendem a atingir resultados superiores através de um metabolismo (aeróbio ou anaeróbio), não sendo contudo os que apresentam os melhores resultados quando têm que solicitar o outro metabolismo (aeróbio ou anaeróbio). Esta constatação vai ao encontro do que era sugerido por Rowland (2002) e Mendez-Villanueva (2010) que sugeriam que a mudança poderia se iniciar durante a puberdade (nível de Tanner 4) como parece verificar-se nesta amostra.

Relativamente à última hipótese formulada e que pretende saber se se “Verifica a existência de especialização metabólica em crianças futebolistas pertencentes ao escalão

de iniciados e infantis”, a sua rejeição ou aceitação depende da análise cuidada do resultado das hipóteses anteriores.

Assim pelas conclusões apresentadas, relativamente às três primeiras hipóteses formuladas, concluímos pela rejeição da hipótese quatro.

Porém, relativamente aos iniciados, é plausível e sustentável que se possa afirmar existirem indicadores de se estar a iniciar o processo de especialização metabólica, o que se reconhece existir nos adultos (Fernandes, 2006; Mendez-Villanueva et al., 2010; Rowland, 2002; Rowland, 2005). Esta afirmação fundamenta-se através da ausência de relação entre as variáveis de  $VO_{2Rel}$ ,  $PP_{Rel}$  e  $A_{PRel}$ .

Estas conclusões permitirão um melhor enquadramento dos exercícios de treino que contemplam ou visam a melhoria dos metabolismos energéticos. Assim sendo, a informação apresentada poderá ser utilizada pelos treinadores de futebol permitindo-lhes criar uma nova perspetiva sobre o treino nos escalões de infantis e iniciados, e eventualmente, reestruturar a sua conceção de modelo de treino. Deve-se então considerar que no escalão de infantis dificilmente se consegue promover uma efetiva melhoria dos metabolismos energéticos e que no escalão de iniciados ocorre a fase de treinabilidade do metabolismo aeróbio e se inicia a fase de treinabilidade do metabolismo anaeróbio.

Também se pode concluir que o treinador deve iniciar a promoção da especialização metabólica do atleta em função da sua maior aptidão para o metabolismo que caracteriza o respetivo escalão etário (aeróbio/anaeróbio). No entanto, uma vez que o futebol é uma modalidade acíclica, com utilização intermitente dos metabolismos energéticos, em momento algum dever-se-á excluir o treino de algum metabolismo, devendo estes ser treinados em conjunto, tal como são utilizados na execução do jogo de Futebol

Da realização deste trabalho e passando para uma interpretação conclusiva de maior amplitude e não contemplada pelas hipóteses formuladas, poderemos também concluir que, relativamente à amostra analisada:

- Os resultados obtidos relativamente à antropometria do grupo estão de acordo com os reportados noutros estudos para este escalão etário. Conclui-se que este não é um fator condicionante dos resultados obtidos, sendo estas amostras viáveis para comparação;

- Conclui-se também que os valores verificados ao nível das variáveis do teste de PA estão de acordo com os referidos pela bibliografia em indivíduos com idade semelhante;
- A superioridade dos valores do teste de PA, verificada nos indivíduos iniciados treinados, indica a existência de uma efetiva evolução do metabolismo aeróbio, resultante da prática desportiva;
- Conclui-se que os indivíduos iniciados treinados possuem uma condição física e de saúde superior à dos indivíduos NT, por apresentarem valores de consumo de O<sub>2</sub> superiores que indicam uma boa condição cardiorrespiratória, fator indicador de um bom funcionamento do músculo cardíaco e da resposta ventilatória.
- Os valores WAnT verificados nos grupos, são próximos dos valores reportados pela bibliografia em testes com indivíduos destas idades.
- Conclui-se que o fator peso é uma efetiva influência sobre as variáveis absolutas de PP e AP, sendo que a relação entre estas variáveis é quase direta;
- Em ambos os testes há uma tendência para que os indivíduos treinados obtenham valores mais elevados que os indivíduos NT. Todavia, essa superioridade é menos visível ao nível das variáveis de PP e AP, no caso dos INI, e ao nível da PP<sub>Rel</sub> e AP<sub>Rel</sub> no caso dos INF;
- No Esc INI, a ausência de relação entre a maioria das variáveis torna improvável que se possa prever o nível de prestação num teste de PA através da prestação num teste de PAN e vice-versa.
- Conclui-se que é fundamental a comparação dos indivíduos de um mesmo escalão etário, organizado por idade cronológica e não maturacional, uma vez que é desta forma que se organizam os grupos competitivos, nas modalidades federadas, especialmente no futebol. Todavia, a avaliação da maturação deve ser sempre levada em conta para que se possam excluir possíveis interferências causadas pelo desenvolvimento biológico.
- Os indícios de que, na presente amostra de iniciados se pode estar a dar início à especialização metabólica, permitem deduzir que o treino dos metabolismos, de um em detrimento de outro, pode ser viável, devendo

o treinador escolher o melhor método para o fazer. Contudo, os dados apresentados não permitem defender que se aplique uma metodologia de treino completamente focada para a especialização de um metabolismo energético, até porque a evolução de um escalão para o outro não é tão evidente, havendo apenas indícios de alteração metabólica entre infantis e iniciados.

## Recomendações

Com o final do trabalho realizado e neste espaço de reflexão, começamos por referir que, várias limitações foram identificadas e que foram resolvidas, com maior ou menor facilidade, ao longo de todo o processo.

Uma das limitações relacionou-se com a falta de informação disponível sobre o metabolismo anaeróbio nas idades avaliadas (13 a 15 anos). Esta falta não se verifica contudo ao nível do metabolismo aeróbio. Desta limitação identificada surge a recomendação para que mais estudos sejam realizados nesta componente no sentido de desenvolver conhecimento científico, clarificá-lo e consolidá-lo.

Uma outra limitação do trabalho que apresentamos relaciona-se com a amostra só contemplar participantes do sexo masculino, pelo que se recomenda que futuramente sejam desenvolvidos trabalhos com amostras que englobem participantes do sexo feminino, sabendo-se que sobre este assunto a informação é efetivamente escassa.

O *n* por grupo é também uma limitação da amostra que dificulta a extrapolação dos resultados para a população geral. Sugere-se um aumento do número de elementos por grupo e subgrupo, incluindo atletas de outros pontos do país para enrobustecer os resultados do estudo.

Utilização de elementos de diferentes estágios de maturação uma vez que os escalões são organizados em função das datas de nascimento e não em função do nível maturacional e de desenvolvimento.

Por outro lado é nossa intenção alargar o campo de pesquisa a outros escalões etários, nomeadamente o escalão de juvenis (15 a 17 anos), com o objetivo de compreender se a especialização metabólica se manifesta efetivamente neste escalão.

É também nossa intenção pesquisar nas mesmas temáticas mas com a utilização de outras metodologias de análise do metabolismo anaeróbio, como por exemplo a técnica do défice máximo acumulado de oxigénio (MAOD), apesar das dificuldades inerentes à sua aplicação, mas que permitirá confirmar os resultados obtidos com as metodologias por nós aplicadas.



## *Bibliografia*



## 14 – Bibliografia

Acero, R., del Olmo, M., Sanchez, J., Otero, X., Aguado, X. & Rodriguez, F. (2011). Reliability of Squat and Countermovemen Jump Tests in Children 6 to 8 Years of Age. *Pediatric Exercise Science*. 23: 151-160.

Akkerman, M., van Brussel, M., Bongers, B., Hulzebos, E., Gelders, P. & Takken, T. (2010). Oxygen Uptake Efficiency Slope in Healthy Children. *Pediatric Exercise Science*. 22: 431-441

Alves, J. (2002). *Caracterização fisiológica do professor e do aluno de aeróbica em aulas de nível intermédio*. Tese de Licenciatura não publicada. Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Rio Maior.

American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 6<sup>th</sup> Edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine (2001). *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 4<sup>th</sup> Edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine (2006) *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore. **Williams & Wilkins**

American College of Sports Medicine (2009). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins,

Andreacci, J., Haile, L. & Dixon, C. (2007). Influence of Testing Sequence on a child's ability to achieve maximal anaerobic and aerobic power. *International Journal of Sports Medicine*. 28: 673-677

Armatas, V., Bassa, E., Patikas, D., Kitsas, I., Zangelidis, G. & Kotzamanidis, C. (2010). Neuromuscular Differences between Men and Prepubescent Boys during a Peak

---

Isometric Knee Extension Intermittent Fatigue Test. *Pediatric Exercise Science*. 22:205-217

Armstrong, N. & Barker, A. (2009). Oxygen Uptake Kinetics in Children and Adolescents - A Review. *Pediatric Exercise Science*. 21:130-137

Armstrong, N. & Welsman, J. (1993). *Coaching children in sport*. Londres. E & FN SPON

Armstrong, N. & Welsman, J. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11-17 years old humans. *Journal of Applied Physiology*. 85:546-551

Armstrong, N. (2007). *Peadiatric Exercise Physiology*. Churchill Linvingstone Elsevier. China.

Armstrong, N., Welsman, J. & Chia, M. (2001). Short Term power output in relation to growth and maturation. *British Journal of Sports Medicine* 35: 118-124

Armstrong, N., Welsman, J., Nevill, A. & Kirby, B. (1999). Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yrs olds. *Journal of Applied Physiology*. 2230-2236

Arslan, C. (2005). Relationship between the 30-second Wingate test and characteristic of isometric and explosive leg strength in young subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19 (3), 658-666

Aslan, A., Açıkada, C., Guvenç, A., Goren, H., Hazir, T. & Ozkara, A. (2012). Metabolic Demands of match performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 11:170-179

ATS - American Thoracic Socienty. (1991) Lung Function testing: selection of reference values and interprative strategies. *American Review Respiratory Disease*. 144(5): 1202-18

- Balasekaran, G., Loh, M. K., Govindaswamy, V. V. & Robertson, R. J. (2012). OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation for Singapore children during cycle exercise. *European Journal Applied Physiology*. 112:3533-3546
- Balsom, P. (2001) *Precision football: Football specific endurance training*. El programa informático. Polar Precision Performance 3.0.
- Bangsbo, J. (1993). *The Physiology of Soccer – With Special Reference of Intense Intermittent Exercise*. August Krogh Institute, University of Copenhagen-Denmark
- Baptista, F. & Sardinha, L. (2006). *Cálculos Metabólicos*. Cruz Quebrada. Edições FMH.
- Barfield, J., Sells, P., Rowe, D. & Hanningan-Downs, K. (2002). *Journal of Strength and Conditioning Research*. 16(3): 472-473
- Bar-Or, O. & Rowland, T. (2004). *Pediatric Exercise Medicine: from physiologic principles to health care application*. Champaign. Human Kinetics.
- Bar-Or, O. (1996). Anaerobic performance. In: David Docherty (ed.). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Human Kinetics. Windsor, Canada
- Beaver, W.L, Wasserman, K & Whipp, B. J. A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange. (1986). *Journal of Applied Physiology* 60:2020-2027
- Beaver, W.L, Wasserman, K & Whipp, B. J. Bicarbonate buffering of lactic acid generated during exercise. (1986) *Journal of Applied Physiology*. 60:427-478
- Bell, W. & Cobner, D. (2007). Effect of individual time to peak power output on the expression of peak power output in the 30s Wingate anaerobic test. *International Journal of Sports Medicine*. 28: 135-139
- Beneke, R., Matthias, H. & Leithäuser, M. (2007). Anaerobic performance and metabolism in boys and male adolescents. *European Journal Applied Physiology*. 101:671–677

Berg, L. & Pienaar, AE. (2012). The influence of biological maturation on anthropometric determinants of talent identification among U-14 provincial girl tennis players - A pilot study. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation & Dan.* 18(3): 510-518.

Bloxham, S., Welsman, J. & Armstrong, N. (2005). Ergometer-Specific Relationships Between Peak Oxygen Uptake and Short-Term Power Output in Children. *Pediatric Exercise Science.* 17:136-148

Bota, I. & Colibaba-Evulet, D. (2001). *Jogos Desportivos Colectivos teoria e metodologia.* Lisboa. Stória Editores, Lda.

Bottaro, M., Brown, L., Celes, R., Martorelli, S. & Carregaro, R. (2011). Effect of Rest Interval on Neuromuscular and Metabolic Responses Between Children and Adolescents. *Pediatric Exercise Science.* 23:311-321

Breese, B., Williams, C., Barker, A., Welsman, J., Fawkner, S. & Armstrong, N. (2010). Longitudinal Changes in the Oxygen Uptake Kinetic Response to Heavy-Intensity Exercise in 14- to 16-Year-Old Boys. *Pediatric Exercise Science.* 22. 69-80

Breithaupt, P., Colley, R. & Adamo, K. (2012). Using the Oxygen Uptake Efficiency Slope as an Indicator of Cardiorespiratory Fitness in the Obese Pediatric Population. *Pediatric Exercise Science.* 24:357-368

Bruch, V. L., Boscatto, A., Silva, J. B., Neto, A. N., Medeiros, H. J., Dantas, P. M., & Knackfuss, M. A. (2007). Indicadores cronológico, morfo-lógico e funcional e os estágios da maturidade em escolares do Nordeste do Brasil: Um estudo comparativo. *Motricidade,* 3(1), 315-322.

Carvalho, H. M., Silva, M. J. C. E., Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Philipparts, R. M., Castagna, C. & Malina, R. M. (2011). Predictors of maximal short-term power outputs in basketball players 14–16 years. *European Journal Applied Physiology.* 111:789-796

---

Castelo, J., (2003) Futebol – *Guia prático de exercícios de treino*. Edição do autor, Luís. Chamari, K., Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F. & Wisloff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 39:97-101.

Chamari, K., Ahmaidi, S., Fabre, C., Massé-Biron, J., & Préfaut, C. (1995). Anaerobic and aerobic peak power output and the force-velocity relationship in endurance-trained athletes: effects of aging. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 71(2-3): 230–234.

Chaouachi, A., Haddad, M., Castagna, C., Wong, D., Kaouech, F., Chamari, K. & Behm, D. (2011). Potentiation and Recovery Following Low and High-Speed Isokinetic Contractions in Boys. *Pediatric Exercise Science*. 23:136-150

Charles, J. C. & Heilman, R. L. (2005). Metabolic Acidosis. *Hospital Physician*. 37-42

Chavda, V. V., Rajput, M. H., ChintansinhParma, Gokhale, P. A., Mehta, H. B. & Shah, C. (2013). Predicted maximal oxygen consumption (VO<sub>2</sub>MAX) values obtained during the maximal treadmill test using different protocols. *National Journal of Integrated Research in Medicine*. 4(2):149-155

Chicharro, J., Latn, S., Vaquero, A., Mojares, L., Mulas, L. & Ruiz, M. (2004). *Transición aeróbica-anaeróbica*. Master Line & Prodigio S. L. Madrid.

Connolly, D., Brennan, K. & Lauzon, B. (2003). Effects of active versus passive recovery on power output during repeated bouts of short term, high intensity exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* (2003) 2, 47- 51

Couto, A. & Ferreira, R. (1992). *O diagnóstico funcional respiratório na prática clínica*. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. Serviço de Educação

Danis, A., Kyriazis, Y & Klissouras, V. (2003). The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. *European Journal Applied Physiology*. 89:309-318

Dekerl, J., Williams, K. & Carter, H. (2009). Critical power is not attained at the end of an isokinetic 90-second all-out test in children. *Journal of Sports Science*. 27:379-385

Delgado, A., Allemandou, A. & Peres, G. (1993). Changes in the characteristics of anaerobic exercise in the upper limb during puberty in boys. *European Journal Applied Physiology*. 66:376-380

Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, HC. & Wong, P. (2004). Cosmed K4b2 portable, respiratory gas analysis system and a metabolic cart. *Journal of Science Medicine in Sport*, 324-335

Eastwood, A., Bourdon, P. C., Withers, R. T. & Gore, C. J. (2009). Longitudinal changes in haemoglobin mass and  $VO_{2Max}$  in adolescents. *European Journal Applied Physiology*, 105:715-721

Eckerson, J., Stout, J., Moore, G., Stone, N., Iwan, K., Gebauer, A. & Ginsberg, R. (2005). Effects of creatine phosphate supplementation on anaerobic working capacity and body weight after two and six days of loading in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19 (4), 756-763

Espanha, M., Correia, P., Pascoal, A., Silva, P. & Oliveira, R. (2001). *Anatmofisiologia – tomo III*. Lisboa: Edições FMH

Eynde, B. V., Vienne, D., Vuylsteke-Wauters, M. & van Gerven, D. (1988). Aerobic power and pubertal peak height velocity in Belgian boys. *European Journal Applied Physiology*. 57:430-434

Faigenbaum, A., McFarland, J., Kelly, N., Ratamess, N., Kang, J. & Hoffman, J. (2010). Influence of Recovery Time on Warm-up Effects in Male Adolescent Athletes. *Pediatric Exercise Science*. 22:266-277

Falgairrette, G., Bedu, M., Fellman, N., van Praagh, E. & Coudert, J. (1991). Bio-energetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years with special reference to sexual maturation. *European Journal Applied Physiology*. 62:151-156

Farrel, PA., Maron, MB., Hamilton, LH., Maksud, MG. & Foster, C. (1983) The course of lung volume changes during prolonged treadmill exercise. *Medicine Science Sports Exercise*. 15(4):319-24

Fenster, J., Freedson, P., Washburn, R. & Ellison, R. (1989). The Relationship Between Peak Oxygen Uptake and Physical Activity In 6- to 8-Year-Old Children. *Pediatric Exercise Science*. 1:127-136

Fernandes, R. (2006). *A especialização metabólica em crianças pré-adolescentes*. Tese de Mestrado. Cruz Quebrada. FMH

Figueiredo, A., Silva, M., Cumming, S. & Malina, R. (2010). Size and Maturity Mismatch in Youth Soccer Players 11- to 14-Years-Old. *Pediatric Exercise Science*. 22:596-612

Fragoso, I. & Veira, F. (2000). *Morfologia e Crescimento*. Cruz Quebrada, Edições FMH. Lisboa

Frisancho, A. R. (2009). Developmental adaptation: Where we go from here. *American Journal of Human Biology*, 21, 694-703.

Garganta, J. (1997). *Modelação táctica do jogo de Futebol – Estudo da organização ofensiva em equipas de alto rendimento*. Dissertação apresentada às provas de Doutoramento. FCDEF-UP.

Guerra, M., Giné-Garriga, M. & Fernhall, B. (2009). Reliability of Wingate Testing in Adolescents With Down Syndrome. *Pediatric Exercise Science*. 21:47-54

Guidone, A., Ianniello, R. G., Ricciardi, A., Zotta, T. & Parente, E. (2013). Aerobic metabolism and oxidative stress tolerance in the lactobacillus plantarum group. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 29:1713-1722

Guyton & Hall. (2006). *Tratado de Fisiologia Médica*. Tradução da 11ª edição. Elsevier. Rio de Janeiro

Harichaux, P., Medelli, J. (2006). *Tests de Aptitud fisica y tests de esfuerzo*. Barcelona. INDE Publicaciones

Hawley, J. A. & Williams, M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12(1): 1-5.

Hawley, J., Williams, M., Hamling, G. & Walsh, B. (1989). Effects of a task specific warm-up on anaerobic power. *British Journal of Sports Medicine*. 4:233-236

Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, et al. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports and Exercise*. 33(11): 1925-31

Helgerund, J., Rodas, G., Kemi, O. J. & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*. 32(9):677-682

Hermansen, B., Bugge, A., Froberg, K. & Andersen, L. (2011). Predictors of VO<sub>2</sub>Peak in Children Age 6- to 7-Years-Old. *Pediatric Exercise Science*. 23:87-96

Heyward, V. (1997). *Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription* (3<sup>rd</sup> ed.). Champaign: Human Kinetics.

Heyward, V. (2006). *Advanced Fitness Assessment & Excercise Prescription*. USA. Human Kinetics. 6<sup>a</sup> Edição

Hoff J. & Helgerund J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports Medicine*. 34:165-180

Hollman W. (1981). Physiological and Biochemical Basis. *Gundlagen Sports Medizin for Breitan and Leistigen Sport, Demeter*. A - 8032.

Inbar, O., Bar-Or, O. & Skinner, JS. (1996) *The Wingate anaerobic test*. Human Kinetiks, Champaign IL

Jesus, S. (2007). *Variação do Desempenho aeróbio e anaeróbio em natação desportiva*. Tese de Licenciatura. Cruz Quebrada. FMH

Kavanagh, MF. & Jacobs, I. (1988) Breath-by-breath oxygen consumption during performance of the Wingate Test. *Canadian International Sport Science*; 13: 91-3.

Klentrou P. & Gurd, B. (2003). Physical and pubertal development in young male gymnasts. *Journal of Applied Physiology*. 95(3): 1011 – 1015.

Koch, L. G., & Britton, S., L. (2008). Aerobic metabolism underlies complexity and capacity. *Journal of Physiology*. 586(1):83-95

Leclaire, E., Thevenet, D., Reguem, S., Borel, B., Baquet, G., Berthoin, S. & Mucci, P. (2010). Reproducibility of Measurement of Muscle Deoxygenation in Children During Exercise. *Pediatric Exercise Science*. 22:183-194

Lloyd, M., Colley, R. & Tremblay, M. (2010). Advancing the Debate on ‘Fitness Testing’ for Children Perhaps We’re Riding the Wrong Animal. *Pediatric Exercise Science*. 22:176-182

Loftin, M., Sothorn, M., Warren, B. & Udall, J. (2004) Comparison of VO<sub>2</sub> peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. *Journal of Sports Science and Medicine*. 3:254-260

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or O. (2009). Crescimento, maturação e atividade física. São Paulo: Phorte.

Mandic, S., Quinney, H. & Bell, G. (2004). Modification of Wingate anaerobic power test for rowing: Optimization of the resistance setting. *International Journal of Sports Medicine*. 25: 409-414

Marinov, B., Kostianev, S., Turnovska, T. (2003). Modified treadmill protocol for evaluation of physical fitness in pediatric age group - comparison with Bruce and Balke protocols. *Acta Physiologica et pharmacologica Bulgarica*. 27:1-5

Marjerrison, A., Lee, J. & Mahon, A. (2007). Preexercise Carbohydrate Consumption and Repeated Anaerobic Performance in Pre and Early-Pubertal Boys. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 17: 140-151

Martin, R., Dore, E., Twisk, J., van Praagh, E., Hautier, C. & Bedu, M. (2004). Longitudinal Changes of Maximal Short-Term Peak Power in girls and boys during growth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 498-503

Martindale, R. J., Collins, D., & Daubney, J. (2005). Talent development: A guide for practice and research within sport. *Quest*, 57, 353-375.

Marwood, S., Roche, D., Garrard, M. & Unnitham, V. B. (2011). Pulmonary oxygen uptake and muscle deoxygenation kinetics during recovery in trained and untrained male adolescents. *European Journal Applied Physiology*. 111:2275-2784

Mastrangelo, M., Chaloupka, E., Kang, J., Lacke, C., Angelucci, J., Martz, W. & Biren, G. (2004). Predicting anaerobic capabilities in 11-13 year old boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18 (1), 72-76

Matos, N. & Winsley, R. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*. 6:353-367

McArdle WD, Katch FI & Katch VL. (2002) *Fundamentos da fisiologia do exercício*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan

McLester, J., Green, J. & Chouinard, J. (2004). Effects of Standing vs. Seated Posture on Repeated Wingate Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18 (4): 816-820

- McMillan, K., Helgerund, J., Macdonald, R. & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 39:273-277
- McVeigh, S., Payne, A. & Scott, S. (1995). The Reliability and Validity of the 20-Meter Shuttle Test as a Predictor of Peak Oxygen Uptake in Edinburgh School Children, Age 13 to 14 Years. *Pediatric Exercise Science*. 7:69-79
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T., Simpson, B. & Peltola, E. (2010). Is the Relationship Between Sprinting and Maximal Aerobic Speeds in Young Soccer Players Affected by Maturation. *Pediatric Exercise Science*. 22:497-510
- Messonier, L., Freund, H., Denis, C., Dormois, D., Dufour, A. & Lacour, J. (2002). Time to Exhaustion at  $VO_{2max}$  is related to the lactate exchanges and removal abilities. *International Journal of Sports Medicine*. 23: 433-438
- Moore, A. & Murphy, A. (2003). Development of an anaerobic capacity test for field sport athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 6(3): 275-284
- Mota, J., Almeida, M., Santos, R., Ribeiro, J. & Santos, M. (2009). Association of Perceived Environmental Characteristics and Participation in Organized and Non-Organized Physical Activities of Adolescents. *Pediatric Exercise Science*. 21:233-239
- Murtagh, E. Murphy, M. (2011). Active Travel to School and Physical Activity Levels of Irish Primary Schoolchildren. *Pediatric Exercise Science*. 23:230-236
- Nakamura, F. Y., & Franchini, E. (2006). Máximo déficit acumulado de oxigênio como preditor de capacidade anaeróbia. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 8(1): 88-95.
- Nevill, A., Rowland, T., Goff, D., Martel, L. & Ferrone, L. (2004). Scaling or normalising maximum oxygen uptake to predict 1-mile run time in boys. *European Journal Applied Physiology*. 92:285-288

- O'Brien, C., Young, A. & Sawka, M. (2002). Bioelectrical Impedance to Estimate Changes in Hydration Status. *International Journal of Sports Medicine*. 23: 361-366
- Obeid, J., Larché, M., Timmons, B. (2011). Optimizing the Wingate Anaerobic Cycling Test for Youth With Juvenile Idiopathic Arthritis. *Pediatric Exercise Science*. 23:303-310
- Obert, P., Nottin, S., Baquet, G., Thevenet, D., Gamelin, F. & Berthoin, S. (2009). Two months of endurance training does not alter diastolic function evaluated by TDI in 9–11-year-old boys and girls. *British Journal of Sports Medicine*. 43: 132-135
- Ondrak, K. S. & McMurray, R. G. (2006). Exercise-induced breathing patterns of youth are related to age and intensity. *European Journal Applied Physiology*. 98:88-96
- Papalia, D. E., & Olds, S. W. (2000). Desenvolvimento humano (7<sup>a</sup> ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Paraíso, P. (2007). Caracterização fisiológica de crianças pré-adolescentes futebolistas. Dissertação de Licenciatura (não publicada). Rio Maior: ESDRM
- PARLEBAS, P. (1981). Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice. Paris: INSEP.
- Paterson, D., Cunningham D. & Donner, A. (1981). The effect of different treadmill speeds on variability of  $VO_{2Max}$  in children. *European Journal of Applied Physiology*. 47(2):113-22
- Pearson, D. T., Naughton, G. A., & Torode, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 277-287.
- Pianosi, P., Seargeant, L. & Haworth, J. C. (1995). Blood lactate and pyruvate concentrations, and their ratio during exercise in healthy children: developmental perspective. *European Journal Applied Physiology*. 71:518-522

Pinnington, H., Wong, P., Tay, J., Green, D. & Dawson, B. (2001). The level of accuracy and agreement in measures of  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}E_{CO_2}$  and  $\dot{V}E_{O_2}$  between the cosmed K4b2 Cosmed K4b2 portable, respiratory gas analysis system and a metabolic cart. *Journal of Science Medicine in Sport*, 324-335

Pitetti, K., Fernhall, B. & Figoni, S. (2002) Comparing two regression formulas that predict  $\dot{V}O_{2Peak}$  using 20-M shuttle run for children and adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 14, 125-134

Portal, M., Silva, J. B., Saraiva, A., Monte Júnior, G. C., Chaves, L. G., Neto, A. M., ... Dantas, E. H. (2008). Avaliação dos efeitos do treinamento em crianças futebolistas da Vila Olímpica da Mangueira. *Motricidade*, 4(2), 47-53.

Ranković, G., Radovanović, D. & Ranković, B. (2007) Comparison of anaerobic mean and peak power outputs in preadolescent boys and adult males. *Medicine and Biology* Vol.14, No 1, pp. 38 - 42

Rasoilo, J. (2001). *Técnicas de avaliação de níveis metabólicos*. Tese de Doutorado. Cruz Quebrada. Faculdade de Motricidade Humana.

Ratel, S., Bedu, M., Hennergrave, A., Doré, E. & Duché, P. (2002). Effects of Age and Recovery Duration on Peak Power Output during Repeated Cycling Sprints. *International Journal Sports Medicine*. 23: 397-402

Ré, A. (2010). Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte. *Motricidade*. 7(3):55-67

Reis, V., Carneiro, A., Aidar, F. & Silva, A. (2006) *Anatomia e Fisiologia Respiratória Humana - Conceitos básicos e adaptação ao esforço*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro Vila Real

- Reybrouck, T., Weymans, M., Stijns, H., Knops, J. & van der Hauwaert, L. (1985). Ventilatory anaerobic threshold in healthy children - Age and sex differences. *European Journal Applied Physiology*. 54:278-784
- Rogoff, B. (2005). A natureza cultural do desenvolvimento humano. Porto Alegre: Artmed.
- Rogol, A. D., Roemmich, J. N., & Clark, P. A. (2002). Growth at puberty. *Journal of Adolescent Health*, 31, 192-200.
- Rowland, T. (1993). Does peak  $VO_2$  reflect  $VO_{2Max}$  in children?: evidence from supramaximal testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 689-693
- Rowland, T. (2002). On Being a Metabolic Nonspecialist. *Pediatric Exercise Science*, 14, 315-320.
- Rowland, T. (2005). *Children's Exercise Physiology*. Champaign. Human Kinetics.
- Rowland, T. (2009). Aerobic (Un)Trainability of Children Mitochondrial Biogenesis and the "Crowded Cell" Hypothesis. *Pediatric Exercise Science*, 21:1-9
- Rowland, T. (2011) On Scientific Truth and Evidence-Based Practice. *Pediatric Exercise Science*. 23:439-441
- Rump, P., Verstappen, F., Gerver, W. & Hornstra, G. (2002). Body Composition and cardiorespiratory fitness indicators in prepubescent boys and girls. *International Journal of Sports Medicine*. 23: 50-54
- Rutenfranz, J., Macek, M., Andersen, K. L., Bell, R. D., Vavra, J., Radvansky, J., Klimmer, F & Kylian, H. (1990). The relationship between changing body height and growth related changes in maximal aerobic power. *European Journal Applied Physiology*. 60:282-287

Saavedra, J., Escalante, Y. & Rodriguez, F. (2010). A Multivariate Analysis of Performance in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science*. 22:135-151

Sands, W., McNeal, J., Ochi, M., Urbanke, T., Jemni, M. & Stone, H. (2004). *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(4): 810-815

Santos, A., Armstrong, N., Croix, M., Sharpe, P. & Welsman, J. (2003). Optimal peak power in relation to age, body size, gender, and thigh muscle volume. *Pediatric Exercise Science*. 15:406-418

Santos, P. (1991). *Limiar Anaeróbio Ventilatório. Comparação de Métodos*. As ciências do desporto e a prática desportiva. FCDEF 1ª Edição.

Santos, P. J. M. & Soares, J. (2002). Determinação do limiar aeróbio-anaeróbio em futebolistas de elite, em função da posição ocupada na equipa. *A investigação em futebol*: 137-143. J. Garganta, A. Suarez & C. Peñas (Eds.). Estudos ibéricos. FCDEF-UP.

Sargeant, A. (1989). Short-term muscle power in children and adolescents. *Advances in pediatric sport sciences*, pp. 41-65. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois.

Sherar, L., Cumming, S., Elsenmann, J., Baxter-Jones, A., Malina, R. (2010). Adolescent Biological Maturity and Physical Activity Biology Meets Behavior. *Pediatric Exercise Science*. 22:332-349

Silva, A. M., Santos, D. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Petroski, E. L., Minderico, C. S. & Sardinha, L. B. (2012). Changes in regional body composition explain increases in energy expenditure in elite junior basketball players over the season. *European Journal Applied Physiology*. 112:2727-2737

Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33, 1103-1126.

Smith, J. & Hill, J. (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *British Journal of Sports Medicine* 25: 196-199

Soares, J. (2000). *As particularidades energético-funcionais do treino e da competição no futebol*. In Garganta, J. (Ed.), *Horizzontes e orbitas no treino dos jogos desportivos*. Converge Artes Gráficas, FCDEF-UP

Souissi, H., Chaouachi, A., Chamari, K., Dougi, M., Amri, M. & Souissi, N. (2010). Time-of-Day Effects on Short-Term Exercise Performances in 10- to 11-Year-Old Boys. *Pediatric Exercise Science*. 22:613-623

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60, 290-306.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*. 35:501-536

Strøyer, J., Hansen, L. & Hansen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine in Science & Sports and Exercise*. 36(1): 168-74

Svedahl, K. & MacIntosh, B. (2003). Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Canadian Journal Applied Physiology*. 25 (2): 299-323

Tan, S., Yang, C. & Wang, J. (2010). Physical Training of 9- to 10-Year-Old Children with Obesity to Lactate Threshold Intensity. *Pediatric Exercise Science*. 22:477-485

Tanaka, H., Monahan, K. & Seals, D. (2001). Age-predicted maximal hearts rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. 37:153-156.

Tanner, J. M. (1962). *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Theodorou, A., Havenetidis, K., Zanker, C., O'Hara, J., King, R., Hood, C., Paradisis, G. & Cooke, C. (2005). Effects of acute creatine loading with or without carbohydrate on

repeated bouts of maximal swimming in high-performance swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19 (2), 265-269

Tranckle, P., & Cushion, C. J. (2006). Rethinking giftedness and talent in sport. *Quest*, 58, 265-282.

Tsiaras, V., Zafeiridis, A. & Dipla, K. (2010). Prediction of Peak Oxygen Uptake From a Maximal Treadmill Test in 12- to 18-Year-Old Active Male Adolescents. *Pediatric Exercise Science*. 22:624-637

van den Berg, L. & Pienaar, A.E. (2012). The effect of growth and maturation on the anthropometric characteristics of early, average and late developers: a longitudinal study. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 18(1), 184-191.

van Praagh, E. (1998). *Pediatric anaerobic performance*. Champaign. Human Kinetics, Publishers, Inc.

Van Praagh, E. (2000). Development of anaerobic function during childhood and adolescence. *Pediatric Exercise Science*. 12: 150-173.

Vandewalle H, Pers G & Monod H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*; 4: 268-89.

Vinet, A., Nottin, S., Lecoq, S. & Obert, P. (2002). Cardiovascular Responses to Progressive Cycle Exercise in Healthy Children and Adults. *International Journal of Sports Medicine*. 23: 242-246

Wasserman, K. & McIlroy, M.B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *American Journal Cardiology*. 14:844-852

Wasserman, K. (1986). The anaerobic threshold: definition, physiological significance and identification. *Adv Cardiology*, 35, 1-23

Weston, S., Gray, A., Schneider, D. & Gass, G. (2002). Effect of Ramp slope in ventilation threshold and VO<sub>2</sub> peak in male cyclist. *International Journal of Sports Medicine*. 23: 22-27

Williams, C. A. (1997). Children's and adolescent's anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Medicine*; 24(4): 227-240.

Wilmore J. & Haskell WL. (1972) Body composition and endurance capacity of professional football players. *Journal of Applied Physiology*; 33:564-567

Wilmore, J., & Costill, D. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics

Wisloff, U., Castagna, C., Helgerund, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 38:285-288

Zafeiridis, A., Dalamitros, A., Dipla, K., Manou, V., Galanis, N. & Kellis, S. (2005). Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens and men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 505-512

Zamparo, P., Lazzer, S., Antoniazzi, C., Cedolin, S., Avon, R. & Lesa, C. (2008). The interplay between propelling efficiency, hydrodynamic position and energy cost of front crawl in 8 to 19-year-old swimmers. *European Journal Applied Physiology*. 104:689-699

*Anexos*



## 1. Carta aos Encarregados de educação

Exm<sup>o(a)</sup> Sr<sup>a</sup> Encarregado<sup>a</sup> de Educação,

No âmbito do Doutoramento pela Universidade da Madeira – Ciências do Desporto - em colaboração com a Escola Superior de Desporto de Rio Maior, estou a desenvolver um estudo sobre as capacidades físicas dos jovens com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos. A pertinência deste estudo reside no facto do desporto ter uma grande importância na formação das crianças e dos cuidados a ter na forma como se trabalham as capacidades físicas.

Para este efeito, será necessário recolher dados sobre as aptidões físicas de crianças que se encontram nestas idades. A recolha dos dados consiste na realização de um protocolo que inclui procedimentos de pesagem, medição da altura e um curto teste realizado numa passadeira rolante. O teste teria que ser realizado nos laboratórios da Escola Superior de Desporto de Rio Maior e seriam feitos num só dia.

Como tal, solicito a sua autorização para proceder à recolha atrás descrita, comprometendo-me desde já a garantir o anonimato dos alunos e a confidencialidade dos dados obtidos, que apenas serão usados no âmbito da investigação científica. Comprometo-me também a não prejudicar os alunos no seu calendário escolar.

As recolhas serão efetuadas às quartas-feiras, em grupos, nos dias 13, 20 e 27 de Novembro e 4 de Dezembro devendo os alunos ter equipamento desportivo. São os dias que menos interferem com as atividades escolares e é o mês em que não existe sobrecarga de testes estando as datas estabelecidas em acordo com o Conselho Pedagógico.

Agradecendo a colaboração de V. Ex.<sup>a</sup>, solicito que assine a declaração seguinte, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os meus cumprimentos,  
Rio Maior, 24 de Outubro de 2012  
João Noite Mendes

-----  
Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a)  
\_\_\_\_\_, N<sup>o</sup> \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_ do \_\_\_\_<sup>o</sup> Ano, a participar na  
recolha de dados conduzida pelo Prof. João Noite Mendes no âmbito da sua dissertação  
de Doutoramento.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Programa das recolhas:

As recolhas dos dados serão efetuadas nas quartas-feiras de Novembro. A turma será agrupada em grupos de 6 elementos indo um grupo no dia 13, outro a 20, outro a 27 de Novembro e outro grupo a 4 de Dezembro. Cada aluno levará um aviso, com uma semana de antecedência, na caderneta passado pela Professora Titular da Turma.

Cada aluno irá ser sujeito ao protocolo só uma vez, num dos respetivos dias, não voltando a ser abordado para o fazer de novo.

O dia será preenchido com as respetivas aulas no turno da manhã, sendo que a saída da escola é feita depois do almoço, sendo as recolhas iniciadas pelas 15h00.

Será oferecido um lanche assim que forem concluídas as recolhas.

Os alunos serão organizados em grupos de 6 ao longo dos dias mencionados para acelerar o processo de maneira a evitar qualquer interferência com o calendário escolar.

Agradeço desde já a atenção dispensada para o caso exposto e ficaria extremamente grato se o(a) seu(a) Educando(a) fizesse parte deste trabalho de Tese.

Em caso de dúvidas não hesite em me contactar: Professor João Noite Mendes com o telemóvel 96 579 25 98.

## 2. Mapa de recolhas, Novembro

Mapa de recolhas para Tese de Doutoramento - Novembro

João Noite Mendes

Novembro

Seg	Ter	Quar	Qui	Sex	Sab	Dom
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Horário	15h30 – 19h00	15h- 19h00
---------	------------------	---------------

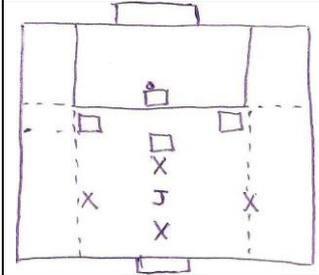
T	n= 20
NT	n= 20



### 3. Plano de treino

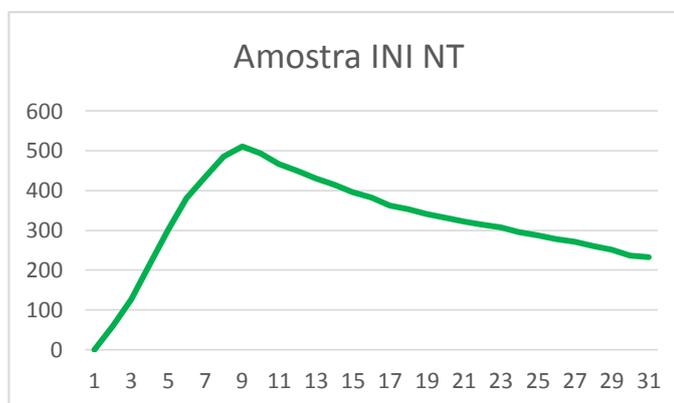
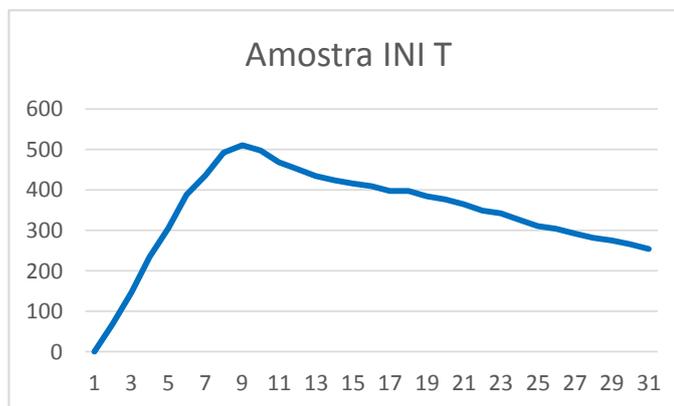
Plano de treino tipo dos atletas iniciados.

		Iniciados A (Sub-15) UT17					
		Núcleo Sportinguista de Rio Maior				2012/2013	
Período	1º P	Data: 22/10/12	Hora: 18h45	Volume: 75 minutos	Intensidade: Média - Alta	Atletas: 21 + 2 GR	
Mesociclo	# 2	Local: Rio Maior (Sintético)		Dominante: Técnico-Táctica			
Microciclo	# 6	Material: 15 Bolas, 2 Balizas, 30 Sinalizadores, Coletes (3 cores)					
Objetivo Principal		* Coordenação Motora e Técnica Individual * Combinações Diretas * Utilização do MC – Processo Ofensivo					
Objetivo Complementar		* Passe, Recepção Orientada, Condução, Habilidade, Finalização * Princípios de Jogo – 1º e 2º Princípios do Ataque e da Defesa					
P	Grafismo	Informação			INS	TE	TT
Inicial		* Explicação do que será abordado no treino			2'	-	2'
Aquecimento		<b>Espaço:</b> Campo <b>Intensidade:</b> Média-Alta <b>Número:</b> 13 <b>Forma:</b> Complementar <b>Objetivo Principal:</b> Preparação para a fase Fundamental <b>Objetivo Complementar:</b> Coordenação Motora; Passe Curto e Longo - rasteiro e alto; Habilidade Técnica, Técnica Individual, Finta <b>Orgânica:</b> No 1º Triângulo A passa para B e faz rotação do Tronco. B recebe Orientado e faz condução até C. C recebe orientado e passa longo para A fazendo skipping, salto à bola e circular ao pino. No 2º Triângulo A passa para B na zona de receção. A vai para B fazendo alternância de braços e pernas. B recebe orientado e leva a bola em toques até C fazendo passe a meio ou quando a bola cair. C passa longo para A e faz simulação ao longo dos pinos sem bola, salta a bola e faz rotação no pino final. No 3º Triângulo A passa para B fazendo combinação direta. B após a combinação passa para C na zona de receção. C recebe orientado e finta o Pino que está na sua zona, fazendo de seguida passe longo para A. C faz Slalom entre varas tendo que fazer rotação completa na vara Azul. Segue para saltar a bola e ir para A. <b>Condicionantes:</b> Nenhuma condicionante prevista <b>Critérios de Êxito:</b> Qualidade de passe, de execução motora, concentração no exercício, multilateralidade <b>Após exercício, estão previstos 7 minutos de Vel. Reacção</b>			2' 2' 2'	8' 8' 8'	35'
		Fundamental		<b>Espaço:</b> ½ Campo <b>Intensidade:</b> Média <b>Número:</b> 4 <b>Forma:</b> Complementar <b>Objetivo Principal:</b> Dinâmica do Sistema de Jogo <b>Objetivo Complementar:</b> Maior utilização do MC. Confiança. Poder de Decisão; Capacidade de Improvisar; Finalização direcionada <b>Orgânica:</b> O treinador coloca a bola num dos Alas que deve dar largura no corredor. O Ala deverá sempre jogar no MC cabendo a este a decisão de fazer ou combinação direta ou partir para a finalização. O PL movimentar-se-á mediante a decisão do MC. Se este fizer combinação direta o PL ataca o segundo poste para receber cruzamento e o MC aparece no apoio ao ALA. Se o MC atacar a baliza o PL faz um arrastamento para as laterais para criar espaço. <b>Condicionantes:</b> Numa fase inicial o MC só tem a hipótese de ir para finalizar. <b>Critérios de Êxito:</b> Passes, combinações, finalização, desmarcações			2' 2' 2'
	<b>Espaço:</b> ½ Campo <b>Intensidade:</b> Média <b>Número:</b> 4			2'	8'	-	

	<p><b>Forma:</b> Complementar  <b>Objetivo Principal:</b> Dinâmica do Sistema de Jogo  <b>Objetivo Complementar:</b> Combinações diretas, Princípios de jogo (1º e 2º)  <b>Orgânica:</b> Jogo reduzido 4x4+J  <b>Condicionantes:</b> Passe para os alas tem que ser feito para o corredor lateral. Foras de jogo para a equipa que ataca a baliza grande.  <b>Crterios de Êxito:</b> Passes, combinações, finalização, desmarcações  <b>Nota1:</b> <u>Exercício simultâneo com o anterior</u>  <b>Nota2:</b> <u>Jogo na fase final 10'</u></p>	<p>2' 2'</p>	<p>8' 8'</p>	
<p>Final</p>	<p>* Balanço do Treino                  * Reflexão Conjunta</p>	<p>5'</p>	<p>-</p>	<p>75'</p>

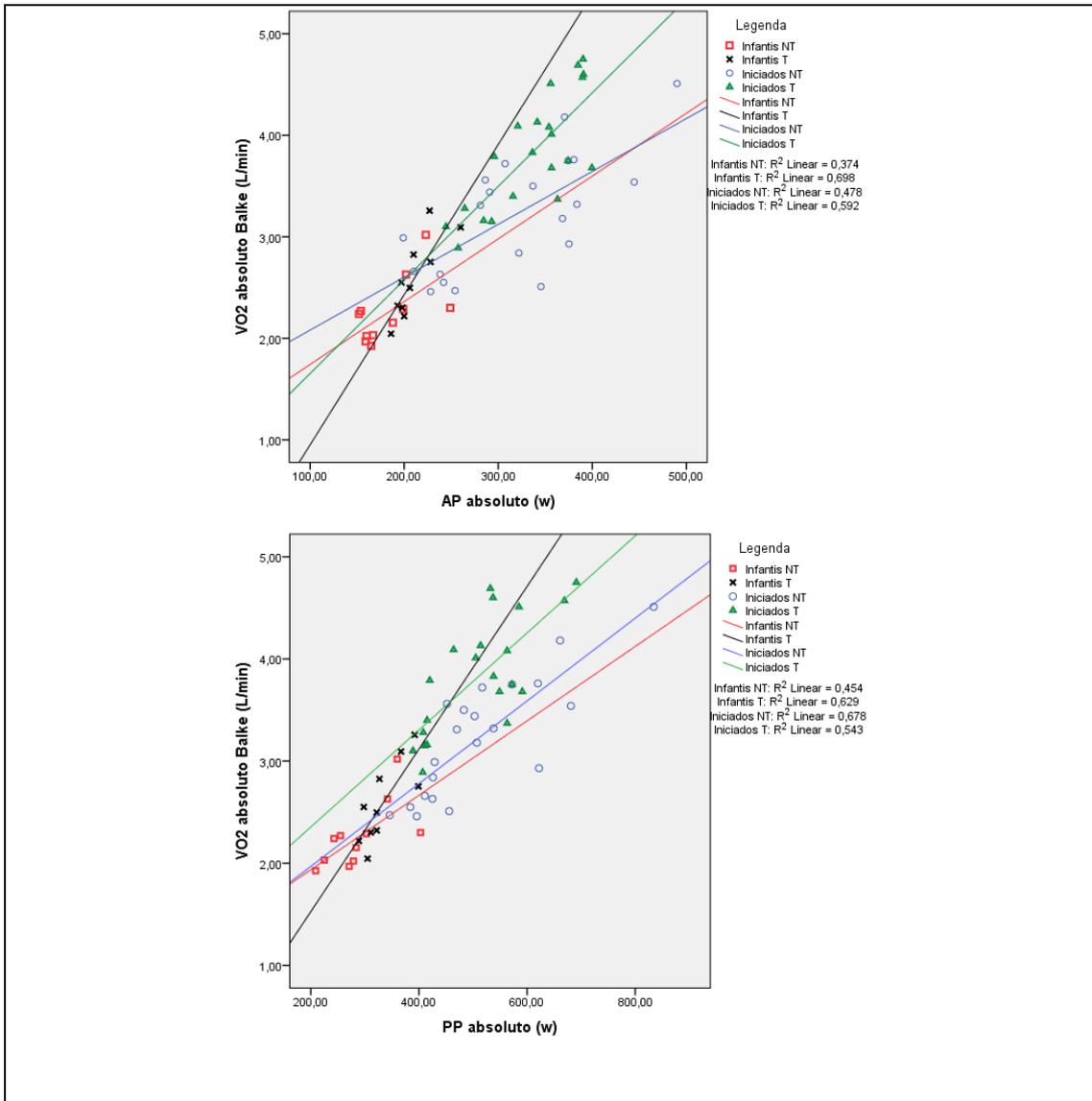
#### 4. Dados recolhidos no teste WAnT – Iniciados treinados e não treinados

T	NT	Geral
0	0	0
68	59	63,5
146	127	136,5
235	214	224,5
306	302	304
388	381	384,5
436	435	435,5
492	485	488,5
511	511	511
498	494	496
468	467	467,5
451	449	450
434	430	432
424	414	419
416	396	406
410	382	396
398	363	380,5
397	353	375
384	341	362,5
376	332	354
364	322	343
349	314	331,5
342	307	324,5
326	296	311
311	287	299
304	278	291
292	271	281,5
282	261	271,5
275	252	263,5
266	236	251
254	233	243,5

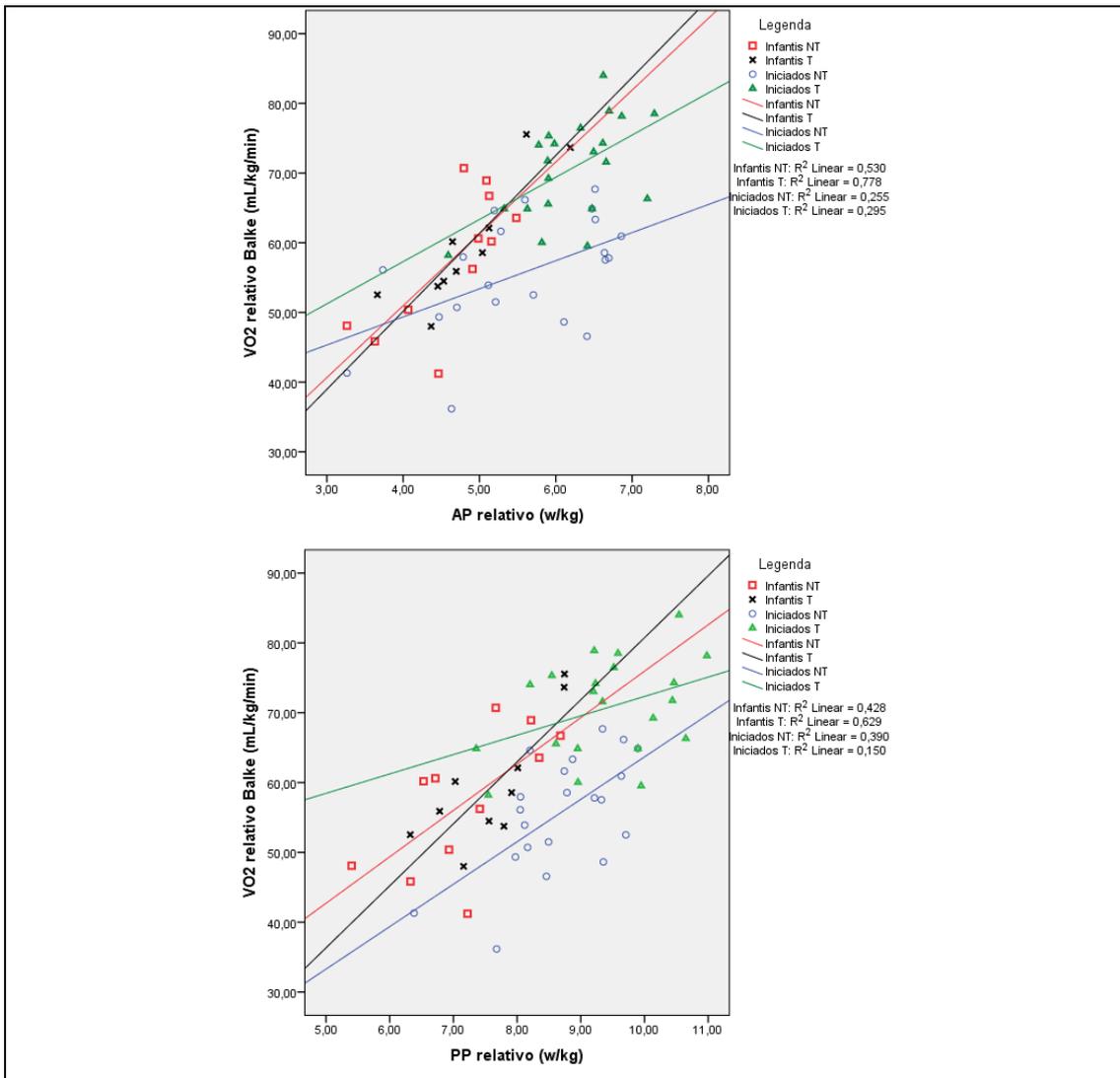




## 5. Gráficos de correlação das variáveis absolutas



## 6. Gráficos de correlação das variáveis relativas



## 7. Exemplo da ficha dos indivíduos



Universidade da Madeira  
Escola Superior de Desporto de Rio Maior  
Doutoramento em Ciências do Desporto



Treina numa equipa: <u>SIM</u>	Não treina numa equipa
Treina	<u>3</u> vezes por semana
Treina	<u>4,5</u> horas por semana
Treina há	<u>3</u> anos

Dados do Atleta (a preencher pelo próprio)

Nome: António Duarte	Código: ADT1
----------------------	--------------

Dados dos Testes (a preencher pelos responsáveis)

Altura	<u>142</u> cm
Peso	<u>39,7</u> Kg
IMC	<u>19,62</u> Kg/m <sup>2</sup>
% Massa gorda	<u>25</u> %
% Massa magra	<u>75</u> %

Responsável: João Noite Mendes

Orientador: Professor António Brito

Co-Orientador: Professor Doutor João Prudente

Colaborador: Mário Ferreira