

**UNIVERSIDAD**



**DE EXTREMADURA**

**TESIS DOCTORAL**

**INFLUENCIA DE LA OBESIDAD INFANTIL EN LA FUNCIÓN  
PULMONAR Y EN LA CAPACIDAD CARDIORESPIRATORIA**

**NELSON ANDRÉ ALCÁCER VALENTE**

**FISIOLOGÍA**

**2013**



**TESIS DOCTORAL**

**INFLUENCIA DE LA OBESIDAD INFANTIL EN LA FUNCIÓN  
PULMONAR Y EN LA CAPACIDAD CARDIORESPIRATORIA**

**NELSON ANDRÉ ALCÁCER VALENTE**

**FISIOLOGÍA**

Conformidad del/los Director/res:

Fdo: Marcos Antonio Maynar Mariño

Fdo: João Paulo Reis Gonçalves Moreira de Brito

**2013**

...Aos meus pais pela dedicação e sentimento. Pelo exemplo de trabalho e sacrifício.

Obrigado!

## **Agradecimentos**

Ao prof.dr. Joao Brito pelo encorajamento e pelo conhecimento transmitido. Pelas longas horas de debate e discussão. Pela proximidade permitida que terminou numa amizade profissional e pessoal. Obrigado.

Ao meu tutor Marcos Maynar Mariño pelo apoio em todo o processo.

Aos profes. António Moreira, Renato Fernandes e Nádía Magalhães pelo interesse e pela disponibilidade em colaborar.

Ao presidente da direção da ESDRM-IPS, prof.dr. Abel Silva, pela oportunidade em colaborar no LID.

Ao prof. Dr. Armando Raimundo pela disponibilidade em integrar o tribunal da defesa da tese.

À prof. Fátima pelo apoio nas traduções de todos os trabalhos durante o programa de doutoramento.

Aos diretores dos agrupamentos das escolas de Évora e Rio Maior pela credibilidade dada ao projeto e autorização para a investigação.

Aos pais e encarregados de educação pela importância atribuída à investigação.

Às crianças pela simpatia, disponibilidade e alegria com que participaram no estudo.

Índice Geral	v
Índice de tabelas	viii
Índice de figuras	x
Índice de quadros	xi
Lista de equações	xii
Lista de abreviaturas	xii
Resumo	1
Resumen	3
Abstract	5
Capitulo I	7
<b>INTRODUÇÃO AO ESTUDO</b>	
1.1. Introdução	8
1.2. Pertinência da Investigação	12
1.3. Hipóteses	13
1.4. Objetivos	14
Capitulo II	15
<b>ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b>	
2.1. Introdução	16
2.2. Revisão de literatura	17
2.2.2. Obesidade infantil	17
2.2.2.1. Avaliação e classificação da obesidade infantil	20
2.2.3. Efeitos da obesidade infantil na função pulmonar	26
2.2.4. Efeitos da obesidade infantil na capacidade cardiorespiratória	29
2.2.5. Função Pulmonar	33
2.2.5.1. Morfologia pulmonar (volumes e capacidade)	34
2.2.5.2. Fisiologia pulmonar	34
2.2.5.2.1. Ventilação pulmonar e ventilação minuto	34
2.2.5.2.2. Frequência respiratória e volume corrente	35

2.2.5.2.3. Adaptações do sistema pulmonar ao exercício	37
2.2.5.3. Avaliação da função pulmonar	38
2.2.5.3.1. Testes espirométricos	38
2.2.5.3.2. Valores espirométricos de referência	41
2.2.5.3.3. Definição do padrão ventilatório	42
2.2.5.3.4. Classificação espirométrica	43
2.2.6. Capacidade e função cardiorespiratória	45
2.2.6.1. Consumo máximo e pico do consumo máximo de O <sub>2</sub>	45
2.2.6.2. Capacidade aeróbia e anaeróbia em crianças	47
2.2.6.3. Respostas cardiovasculares ao exercício	51
2.2.6.4. Avaliação da capacidade cardiorespiratória	57
2.2.6.4.1. Teste do vaivém	58
2.2.6.4.2. Vantagens e desvantagens do teste do vaivém	60
2.2.6.4.3. Validação das equações de predição do VO <sub>2pico</sub>	62
Capitulo III	65
<b>METODOLOGIA</b>	
3.1. Desenho experimental	66
3.2. Amostra	66
3.3. Equipamentos e materiais	67
3.4. Variáveis fisiológicas avaliadas	68
3.5. Procedimentos	69
3.6. Operacionalização	70
3.7. Limitações metodológicas	75
3.8. Análise estatística	75
Capitulo IV	77
<b>RESULTADOS</b>	
4.1. Obesidade infantil e composição corporal	78

4.2. Função pulmonar e obesidade infantil	87
4.3. Capacidade cardiorespiratória e obesidade infantil	104
4.4. Correlação entre a função pulmonar e a capacidade cardiorespiratória	111
4.5. Análise da predição do $VO_{2pico}$ e dos constrangimentos na performance	111
4.6. Análise da predição do $VO_{2pico}$ e dos constrangimentos na performance, nas diferentes categorias do IMC	116
Capitulo V	122
<b>DISCUSSÃO</b>	
5.1. Obesidade infantil e composição corporal	123
5.2. Função pulmonar e obesidade infantil	127
5.3. Capacidade cardiorespiratória e obesidade infantil	135
5.4. Correlação entre a função pulmonar e a capacidade cardiorespiratória	140
5.5. Análise da predição do $VO_{2pico}$ e dos constrangimentos na performance	141
5.6. Análise da predição do $VO_{2pico}$ e dos constrangimentos na performance, nas diferentes categorias do IMC	146
Capitulo VI	
<b>CONCLUSÕES</b>	150
CONCLUSIONES	156
CONCLUSIONS	162
7. Limitações e recomendações	168
8. Referências bibliográficas	170
Anexo 1	190
Anexo 2	193
Anexo 3	196
Anexo 4	197

## Índice de tabelas

Tabela 1. Valores descritivos da avaliação antropométrica da totalidade da amostra.

Tabela 2. Valores descritivos e análise da variância das médias entre categorias do IMC.

Tabela 3. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC na variável idade para ambos os géneros sexuais.

Tabela 4. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis da composição corporal em estudo, no género masculino.

Tabela 5. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis da composição corporal em estudo, no género feminino.

Tabela 6. Valores descritivos por idade e género dos parâmetros espirométricos da totalidade da amostra no estudo da função pulmonar.

Tabela 7. Comparação da CVF (valores absolutos) entre géneros para as diferentes idades da amostra.

Tabela 8. Distribuição das percentagens dos valores preditos nos diversos parâmetros para a totalidade da amostra em ambos os géneros e nas diferentes categorias do IMC.

Tabela 9. Valores descritivos da Função Pulmonar por categorias do IMC.

Tabela 10. Comparação da CVF (valores absolutos) entre géneros para as diferentes categorias do IMC.

Tabela 11. Comparação dos parâmetros (percentagem do valor predito) espirométricos na função pulmonar estudada, entre géneros, para as diferentes categorias do IMC.

Tabela 12. Valor das comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis espirométricas em estudo no género masculino.

Tabela 13. Valor das comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis espirométricas em estudo no género feminino.

Tabela 14. Correlação entre as variáveis espirométricas para a totalidade da amostra.

Tabela 15. Correlação entre os parâmetros espirométricos e os antropométricos no género masculino.

Tabela 16. Correlação entre os parâmetros espirométricos e os antropométricos no género feminino.



Tabela 17. Valores descritivos por idade e género dos parâmetros da CCR para a totalidade da amostra.

Tabela 18. Comparação do  $VO_{2\text{pico}}$  entre géneros e para as diferentes idades da amostra.

Tabela 19. Valores descritivos da CCR por categorias do IMC, em ambos os géneros.

Tabela 20. Comparação do  $VO_{2\text{ pico}}$  entre géneros para as diferentes categorias do IMC.

Tabela 21. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis em estudo da CCR no género masculino.

Tabela 22. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis em estudo da CCR no género feminino.

Tabela 23. Correlação entre os parâmetros da CCR e os antropométricos para o género masculino da amostra.

Tabela 24. Correlação entre os parâmetros CCR e os antropométricos para o género feminino da amostra.

Tabela 25. Valores descritivos dos parâmetros fisiológicos estimados e da *performance* física no teste do vaivém para a totalidade da amostra estudada, por idade e género.

Tabela 26. Comparações das médias das variáveis em estudo com a utilização e não utilização do  $k_4b^2$ .

Tabela 27. Correlações entre os parâmetros da *performance* física e os fisiológicos estimados com os parâmetros fisiológicos medidos, na totalidade da amostra.

Tabela 28. Valores descritivos e análise da variância das médias do  $VO_2$  medido e estimado e do parâmetro da *performance* física, entre as categorias do IMC.

Tabela 29. Comparações múltiplas nas categorias do IMC pelas variáveis em estudo no género masculino.

Tabela 30. Comparações múltiplas nas categorias do IMC pelas variáveis em estudo no género feminino.

Tabela 31. Comparação entre as diferentes condições do estudo para ambos os géneros e nas diferentes categorias do IMC.

Tabela 32. Distribuição do N (total) por géneros, idades e categoria do IMC (n= 1564).

## Índice de figuras

Figura 1 – Valores de  $VE/VO_2$  em nível submáximo absoluto e máximo de exercício entre o 1º e 5º ano de investigação. Adaptado de Rowland e Cunningham (1997).

Figura 2. Cinética da frequência cardíaca em crianças e adultos durante o exercício físico progressivo. Adaptado de Vinet *et al.* (2002).

Figura 3. Distribuição percentual da totalidade da amostra pelas categorias do IMC.

Figura 4. Distribuição percentual da totalidade da amostra, por géneros e pelas categorias de IMC (n=1564).

Figura 5. Distribuição das percentagens médias de massa gorda para a totalidade da população estudada, por géneros e idades.

Figura 6. Curvas dos valores de percentil do IMC da amostra em estudo comparativamente aos valores de percentil da OMS, para o género masculino nas diferentes idades.

Figura 7. Curvas dos valores de percentil do IMC da amostra em estudo comparativamente aos valores de percentil da OMS, para o género feminino nas diferentes idades.

Figura 8. Distribuição dos valores absolutos dos parâmetros espirométricos no teste da Capacidade Vital (lenta), pela idade e género sexual.

Figura 9. Distribuição dos valores absolutos dos parâmetros espirométricos no teste da Capacidade Vital Forçada (CVF), pela idade e género sexual.

Figura 10. Distribuição das frequências relativas dos valores preditos da CVF para a totalidade da amostra em ambos os géneros.

Figura 11. Distribuição dos valores médios da CVF pelas diferentes categorias do IMC, em ambos os géneros.

Figura 12. Descrição da evolução do  $VO_{2\text{pico}}$  medido e estimado com  $k_4b^2$ , pelas idades da amostra, no género masculino

Figura 13. Descrição da evolução do  $VO_{2\text{pico}}$  medido e estimado com  $k_4b^2$ , pelas idades da amostra, no género feminino.

Figura 14. Descrição da evolução do número de percursos com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , pelas idades e géneros da amostra.

### **Índice de quadros**

Quadro 1. Alterações Pulmonares ocorridas em crianças, com a prática continuada de exercício físico. Adaptado de Bar-Or (1983).

Quadro 2. Limites inferiores percentuais de normalidade com relação aos valores previstos para altura e sexo para crianças e adolescentes (ATS, 1991).

Quadro 3. Caracterização do padrão ventilatório causado por distúrbios obstrutivos e restritivos através da espirometria.

Quadro 4. Classificação do padrão ventilatório obstrutivo.

Quadro 5. Fatores que influenciam a Frequência Cardíaca durante o exercício em crianças e adolescentes (Bar-Or, 1983)

Quadro 6. Frequência cardíaca pico em crianças e adolescentes em estudos anteriormente realizados. Adaptado de Washington *et al.* (1994)

Quadro 7. Validade do teste aeróbio de corrida do vaivém de 20 m.

Quadro 8. Reprodutibilidade do teste aeróbio de corrida do vaivém de 20 m.

Quadro 9. Equações de predição utilizadas com base no teste de vaivém.

Quadro 10. Materiais utilizados nas recolhas durante a investigação.

Quadro 11. Descrição dos parâmetros fisiológicas avaliados no estudo.

Quadro 12. Resumo dos procedimentos avaliativos.

Quadro 13. Classificação das curvas de percentis (OMS, 2007).

## Lista de equações

Equação 1.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 25 + 6,6 (\text{g\acute{e}nero}) + 0,23(\text{voltas})$$

Equação 2.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 83,3 + 35,1 (\text{g\acute{e}nero}) + 0,77 (\text{voltas})$$

Equação 3.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 31,025 + 3,238 (\text{velocidade}) - 3,248 (\text{idade}) + 0,1536 (\text{Idade})(\text{velocidade})$$

Equação 4.

(para rapazes cuja soma das pregas Tr e Sbs  $\leq 35$  mm)

$$\%MG = 1,21(\text{Tr} + \text{Sbs}) - 0,008(\text{Tr} + \text{Sbs})^2 - 1,7$$

Equação 5.

(para rapazes cuja soma das pregas Tr e Sbs  $> 35$  mm)

$$\%MG = 0,783 [\text{Tr} + \text{Sbs (mm)}] + 1,6$$

Equação 6.

(para raparigas cuja soma das pregas Tr e Sbs  $\leq 35$  mm)

$$\%MG = 1,33 [\text{Tr} + \text{Sbs (mm)}] - 0,013 [\text{Tr} + \text{Sbs (mm)}]^2 - 2,5$$

Equação 7.

(para raparigas cuja soma das pregas Tr e Sbs  $> 35$  mm)

$$\%MG = 0,546 [\text{Tr} + \text{Sbs (mm)}] + 9,7$$

## Lista de abreviaturas

AAHPER - American Alliance of Health, Physical Education, Recreation and Dance

ACSM - American College of Sport Medicine

AHA - American Heart Association

AVC – Acidente Vascular Cerebral

ATS – American Thoracic Society

ATP – adenosine trifosfato

ADP – adenosine difosfato

APCR – aptidão cardiorespiratória

A-VO<sub>2</sub> – diferença arteriovenosa de oxigênio

BP – Baixo Peso

bat\ano - Batimentos por ano

bat\min - Batimentos por minuto

BIA – Bio impedância

CC – composição corporal

CCR – capacidade cardiorespiratória

CDC – Center for Deases Control

CI – capacidade inspiratória

cm - centímetros

CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono

CPT – capacidade pulmonar total

CRF – capacidade residual funcional

CV – capacidade vital

CVF – Capacidade vital forçada

CVL – Capacidade vital lenta

DCV – Doenças Cardiovasculares

DGS – Direção Geral de Saúde

DEXA – Dual Energy X-ray Absorptiometry

DP - Desvio Padrão

DPOC – doença pulmonar obstrutiva crónica  
DVO – distúrbio ventilatório obstrutivo  
DVR – distúrbio ventilatório restritivo  
EP – Excesso de peso  
EUA – United States of American  
ERS – European Respiratory Society  
EP – Excesso de Peso  
FC<sub>máx</sub> - Frequência cardíaca máxima  
FC<sub>pico</sub> - Frequência cardíaca pico  
FEF<sub>25-75</sub> – fluxo expiratório forçado (média da CVF entre 25 a 75%)  
Féa<sub>x</sub> – fluxo expiratório forçado máximo  
FEM – fluxo expiratório máximo  
FR – frequência respiratória  
FP – Função Pulmonar  
HDL - Lipoproteínas de Alta densidade  
IOTF – International Obesity Task Force  
IC 95% - Índice de confiança a 95 por cento  
IMC – Índice de Massa Corporal  
INE - Instituto Nacional de Estatística  
° - Grau  
GFE - Groningen Fitness test for the Elderly  
LA – limiar anaeróbio  
LDL - Lipoproteínas de Baixa densidade  
LLN – limiar mínimo de normalidade  
ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> - mililitros por kilograma por minutos  
MET - Metabolic Equivalent of Task  
MG (%) – percentagem de massa gorda  
MSRT – multistage shuttle run teste  
MRI – imagens de ressonância magnética  
NCHS – National Center for Health Statistics

NIH - National Institute of Health

Nºrep. - Número de repetições

O<sub>2</sub> – Oxigénio

OB – Obesidade

OMS - Organização Mundial de Saúde

*P* – valor de significância estatística

PACER – progressive aerobic cardiovascular endurance run

PC – perímetro de cintura

PDA – Pletismografia por Deslocamento de AR

PFP – provas de função pulmonar

PFE – pico de fluxo expiratório

PFI – pico de fluxo inspiratório

PN – Peso normal

+ - Positivo

% - Percentagem

Q – débito cardíaco

*r* – valor de correlação de *pearson*

kg/m<sup>2</sup> - Quilograma por metro quadrado

k<sub>4</sub>b<sup>2</sup> – analisador de gases portátil

s – segundos

VC – volume corrente

VE – ventilação por minuto

VE<sub>máx.</sub> – ventilação por minuto máxima

VR – volume residual

VRE – volume de reserva expiratório

VRI – volume de reserva inspiratória

VEF<sup>1</sup> – volume expiratório forçado no primeiro segundo

VEF<sup>1</sup>/CVF – razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada

VO<sub>2</sub> – consumo de oxigénio

VO<sub>2máx.</sub> - Consumo máximo de Oxigénio

$VO_{2\text{pico}}$  – Pico do consumo de oxigénio

VS – volume sistólico

VVM – ventilação voluntária máxima

$\bar{X}$  - Média

WHO – World Health Organization



## Resumo

**Título:** Influência da obesidade infantil na função pulmonar e na capacidade cardiorespiratória

**Autores:** Valente, Nelson André Alcácer

**Objetivo:** Os objetivos são estudar a prevalência da obesidade infantil (6-10 anos); avaliar a influência da composição corporal na função pulmonar (FP) e na capacidade cardiorespiratória (CCR) e verificar se as crianças de ambos os géneros e de diferentes categorias do índice de massa corporal (IMC) diferem ao nível da FP e na CCR; verificar se a equação de estimação do consumo máximo de oxigénio proposta por Leger *et al.* (1988) é um bom preditor para a amostra do estudo e verificar também se a utilização do analisador de gases portátil (Cosmed  $k_4b^2$ ), durante a realização do teste do vaivém, provoca constrangimentos na *performance*.

**Amostra:** 1564 crianças (♂n=792: Idade,  $7,79\pm 1,23$ anos; IMC,  $17,94\pm 2,94$ kg/m<sup>2</sup> e ♀ n= 772: idade  $7,73\pm 1,21$ anos; IMC  $17,74\pm 2,73$  kg/m<sup>2</sup>). Deste universo foram avaliadas 572 crianças na função pulmonar (♂ n=295; %CVF,  $96,18\pm 15,54\%$  e ♀ n= 277, %CVF  $99,14\pm 14,10\%$ ). Na CCR foram avaliadas 234 crianças (♂n=113: VO<sub>2pico</sub>  $55,75\pm 8,82$ ml/kg/min; ♀ n= 121: VO<sub>2pico</sub>  $48,02\pm 7,22$  ml/kg/min).

**Metodologia:** A obesidade infantil foi classificada através do IMC. A FP caracterizada através da capacidade vital forçada (CVF) medida por espirometria. O pico de consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2pico</sub>) foi medido diretamente por um analisador de gases portátil.

**Resultados:** Nas categorias do IMC, por géneros sexuais, verificam-se valores percentuais com maior relevância de peso excessivo, excesso de peso (EP) e obesidade (OB), para o género masculino (40,1%) comparativamente ao género feminino (33,9%). A CVF difere significativamente ( $p\leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino nas idades de 6, 7 e 8 anos, verificando-se valores médios superiores no género masculino para as respetivas idades. A maioria da população estudada (85,1% dos rapazes e 88,8% das raparigas) apresenta, valores acima dos 80% preditos. A CVF difere significativamente ( $p\leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino nas categorias de PN, EP e OB, verificando-se valores médios superiores no género masculino, valores esses que aumentam com o aumento do IMC. Na comparação do VO<sub>2pico</sub> entre géneros, nas diferentes categorias de IMC,

verificaram-se diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre os géneros nas categorias de PN, EP e OB. Verificaram-se uma correção negativa moderada ( $p \leq 0,01$ ) entre o IMC e o  $VO_{2\text{pico}}$ . Verificam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) quando comparadas as médias das variáveis  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  no género masculino, ou seja, para os rapazes da amostra a predição do  $VO_{2\text{pico}}$  não se apresenta válida. Verificou-se valores médios de  $VO_{2\text{pico}}$  superiores (55,75 ml/kg/min) ao  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  (49,87 ml/kg/min) para o género masculino. No género feminino não se verificaram diferenças estatisticamente significativas o que valida, para este género e para esta amostra, a utilização da equação de predição inerente ao teste do vaivém do *Fitnessgram*<sup>®</sup>. Para este género o valor médio no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  (48,63 ml/kg/min) é superior ao do  $VO_{2\text{pico}}$  medido (48,02 ml/kg/min). Relativamente à performance no teste com expressão na comparação do número de percursos com a utilização do analisador de gases portátil  $k_4b^2$  e sem a utilização do analisador  $k_4b^2$ , não se verifica, para ambos os géneros sexuais, diferenças estatisticamente significativas. Verificaram-se valores médios superiores nos percursos, na realização do teste com o transporte do  $k_4b^2$  para o género masculino, verificando-se o contrário no género feminino.

**Conclusões:** Na população infantil estudada verificou-se que 37% tem excesso de peso e 15,6% é obesa. Os parâmetros antropométricos não demonstraram efeito significativo na função pulmonar. Os rapazes, nas diferentes categorias do IMC apresentam valores médios superiores ( $p \leq 0,05$ ) de  $VO_{2\text{pico}}$ , verificou-se também que, para ambos os géneros, os valores médios deste parâmetro diminuem com o aumento da severidade do IMC. Através dos resultados obtidos no estudo podemos concluir que o teste do vaivém é um instrumento válido para predizer o  $VO_{2\text{pico}}$  de crianças em idade escolar, exceto no género masculino, para esta população estudada. A equação de Leger *et al.* (1988), utilizada pelo *software* do *Fitnessgram*<sup>®</sup>, parece ser indicada para predizer o  $VO_{2\text{pico}}$  de crianças portuguesas em idade escolar. A utilização do analisador portátil de gases ( $k_4b^2$ , Cosmed, Roma, Itália) não provoca constrangimentos na performance durante a realização do teste de Vaivém em crianças.

Palavras-chave: crianças, obesidade infantil, índice de massa corporal, função pulmonar, capacidade cardiorespiratória.

## Resumen

**Título:** Influencia de la obesidad infantil en la función pulmonar y en la capacidad cardiorespiratoria

**Autor:** Valente, Nelson André Alcácer

**Objetivo:** Los objetivos son estudiar la prevalencia de la obesidad infantil (6-10 años); evaluar la influencia de la composición corporal en la función pulmonar (FP) y en la capacidad cardiorespiratoria (CCR) y verificar si los niños de ambos los géneros y de diferentes categorías de índice de masa corporal (IMC) son distintos al nivel de la FP y en la CCR; verificar si la ecuación de la estimativa del consumo máximo de oxígeno propuesta por Leger *et al.* (1988) es un buen ejemplo para la muestra del estudio y verificar también si la utilización del analizador de gases portátil (Cosmed  $k_4b^2$ ), mientras se realiza el test de vaivén, provoca restricciones en la *performance*.

**Muestra:** 1564 niños ( $\text{♂}n=792$ : edad,  $7,79\pm 1,23$  años; IMC,  $17,94\pm 2,94\text{kg/m}^2$  y  $\text{♀}n=772$ : edad  $7,73\pm 1,21$  años; IMC  $17,74\pm 2,73\text{ kg/m}^2$ ). De este universo se han evaluado 572 niños en la función pulmonar ( $\text{♂}n=295$ ; %CVF,  $96,18\pm 15,54\%$  y  $\text{♀}n=277$ , %CVF  $99,14\pm 14,10\%$ ). En la CCR se han evaluado 234 niños ( $\text{♂}n=113$ :  $\text{VO}_{2\text{pico}} 55,75\pm 8,82\text{ml/kg/min}$ ;  $\text{♀}n=121$ :  $\text{VO}_{2\text{pico}} 48,02\pm 7,22\text{ ml/kg/min}$ ).

**Metodología:** La obesidad infantil fue clasificada través del IMC. La FP caracterizada través de la capacidad vital forzada (CVF) medida por espirómetro. El pico de consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) se midió directamente por un analizador de gases portátil.

**Resultados:** En las categorías del IMC, por géneros sexuales, se verifican valores porcentuales con mayor relevancia de sobrepeso, sobrepeso (SP) y obesidad (OB), para el género masculino (40,1%) comparativamente al género femenino (33,9%). La CVF difiere significativamente ( $p\leq 0,05$ ) entre el género masculino y femenino en las edades de 6, 7 y 8 años, verificándose valores medios superiores en el género masculino para las respectivas edades. La mayor parte de la población estudiada (85,1% de los chicos y 88,8% de las chicas) presenta, valores por arriba de los 80% previstos. La CVF difiere significativamente ( $p\leq 0,05$ ) entre el género masculino y femenino en las categorías de PN, EP y OB, verificándose valores medios superiores en el género masculino, valores que incrementan con el aumento del IMC. En la comparación del  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  entre los géneros, en las diferentes categorías

del IMC, se han verificado diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los géneros en las categorías de PN, EP y OB. Se ha verificado una corrección negativa moderada ( $p \leq 0,01$ ) entre el IMC y el  $VO_{2\text{pico}}$ . Se han verificado diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) cuando comparadas las medias de las variables  $VO_{2\text{pico}}$  y  $VO_{2\text{pico}}$  estimado con  $k_4b^2$  en el género masculino, o sea, para los chicos de la muestra la predicción del  $VO_{2\text{pico}}$  no se presenta válida. Se han verificado valores medios de  $VO_{2\text{pico}}$  superiores (55,75 ml/kg/min) al  $VO_{2\text{pico}}$  estimado con  $k_4b^2$  (49,87 ml/kg/min) para el género masculino. En el género femenino no se verificaron diferencias estadísticamente significativas lo que valida, para este género y para esta muestra, la utilización de la ecuación de predicción inherente al test del vaivén de *Fitnessgram*<sup>®</sup>. Para este género el valor medio en el  $VO_{2\text{pico}}$  estimado con  $k_4b^2$  (48,63 ml/kg/min) es superior al del  $VO_{2\text{pico}}$  medido (48,02 ml/kg/min). Respecto al rendimiento en el test con expresión en la comparación del número de percursos con la utilización del analizador de gases portátil  $k_4b^2$  y sin la utilización del analizador  $k_4b^2$ , no se verifica, para los dos géneros sexuales, diferencias estadísticamente significativas. Hubo valores más altos en los percursos, en la realización del test con el transporte del  $k_4b^2$  para el género masculino, verificándose lo contrario en el género femenino.

**Conclusiones:** En la población infantil estudiada se ha verificado que el 37% tiene sobrepeso y el 15,6% es obeso. Los parámetros antropométricos no han demostrado efecto significativo en la función pulmonar. Los chicos, en las diferentes categorías en el IMC han presentado valores medios superiores ( $p \leq 0,05$ ) de  $VO_{2\text{pico}}$ , también se ha verificado que, para los dos géneros, los valores médianos de este parámetro disminuyen con el aumento de la severidad del IMC. A través de los resultados obtenidos en el estudio podemos concluir que el teste del vaivén es un instrumento válido para predecir el  $VO_{2\text{pico}}$  de niños en edad escolar, excepto en el género masculino, para esta población estudiada. La ecuación de Leger *et al.* (1988), utilizada por el *software* del *Fitnessgram*<sup>®</sup>, parece ser la más indicada para predecir el  $VO_{2\text{pico}}$  de niños portugueses en edad escolar. La utilización del analizador portátil de gases ( $k_4b^2$ , Cosmed, Roma, Italia) no provoca restricciones en la performance durante la realización del teste del Vaivén en niños.

Palabras-clave: niños, obesidad infantil, índice de masa corporal, función pulmonar, capacidad cardiorespiratoria.

## Abstract

**Title:** Influence of childhood obesity on pulmonary function and cardio respiratory fitness capacity.

**Author:** Valente, Nelson André A.

**Objective:** The objectives are to study the prevalence of obesity in children (6-10 years); to evaluate the influence of body composition on pulmonary function (PF) and cardio respiratory capacity fitness (CRF) and check if the children of both genders and different categories mass index (BMI) differ in terms of PF and CRF; verify the equation for estimating the maximum oxygen consumption proposed by Leger et al. (1988) is a good forecaster for the study sample and also verify that the use of the portable gas analyzer (Cosmed  $k_4b^2$ ) during the test shuttle, causes constraints on the performance.

Sample: 1564 children (n = 792 ♂: Age,  $7.79 \pm 1.23$  years, BMI, kg/m<sup>2</sup> and  $17.94 \pm 2.94$  ♀ n = 772 age  $7.73 \pm 1.21$  years, BMI  $17.74 \pm 2.73$  kg/m<sup>2</sup>). This universe 572 children were evaluated in lung function (n = 295 ♂; FVC%, 15.54% and  $96.18 \pm$  ♀ n = 277, 99.14% FVC  $\pm 14.10\%$ ). CRF were evaluated in 234 children (n = 113 ♂:  $55.75$  VO<sub>2peak</sub>  $\pm 8.82$  ml / kg / min, n = 121 ♀:  $48.02$  VO<sub>2peak</sub>  $\pm 7.22$  ml / kg / min).

**Methodology:** Childhood obesity was classified by BMI. The PF characterized by forced vital capacity (FVC) measured by spirometry. The peak maximum oxygen consumption (peak VO<sub>2</sub>) was measured directly by a portable gas analyzer.

**Results:** In the BMI categories by gender, there are higher percentages of relevance excessive weight, overweight (EP) and obesity (OB), for males (40.1%) compared to females 33.9%). The FVC significantly differ ( $p \leq 0.05$ ) between males and females at ages 6, 7 and 8 years, verifying higher values in males for their respective ages. Most of the population (85.1% of boys and 88.8% girls) presents values above 80% predicted. The FVC significantly differ ( $p \leq 0.05$ ) between males and females in the categories of PN, EP and OB, verifying higher values in males, values which increase with the increasing of BMI. Compared VO<sub>2peak</sub> between genders in the different BMI categories, there were differences ( $p \leq 0.05$ ) between the genders in the categories of PN, EP and OB. There was a moderate negative correction ( $p \leq 0.01$ ) between BMI and VO<sub>2peak</sub>. There are statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) when compared to the averages of the estimated VO<sub>2peak</sub> and peak VO<sub>2</sub>  $k_4b^2$  in males, ie, for boys the sample prediction of VO<sub>2peak</sub> is not valid. It

was found higher values of  $VO_{2peak}$  (55.75 ml / kg / min) to  $VO_{2peak}$  estimated  $k_4b^2$  (49.87 ml / kg / min) for males. In females there were no statistically significant differences which validates, for this gender and for this sample, using the prediction equation inherent to the test shuttle Fitnessgram®. For this kind the average estimated peak  $VO_2$  in  $K_4b^2$  (48.63 ml / kg / min) is higher than the measured peak  $VO_2$  (48.02 ml / kg / min). Regarding the performance in the test expression compared with the number of paths using the  $k_4b^2$  portable gas analyzer and the analyzer without the use of  $k_4b^2$  do not occur for both genders, statistically significant differences. There were higher values in paths, in the test with the transport  $K_4b^2$  for males, verifying the opposite in females.

**Conclusions:** In the pediatric population studied it was found that 37% are overweight and 15.6% is obese. Anthropometric parameters showed no significant effect on lung function. The boys in the different BMI categories have higher values ( $p \leq 0.05$ )  $VO_{2peak}$ . It was also found that for both sexes, the average values of this parameter decreases with the increasing severity of BMI. With the results obtained in this study we can conclude that the test shuttle is a valid tool to predict  $VO_{2peak}$  of school children, except in males, for this population. The equation of Leger et al. (1988) using the Fitnessgram® software, seems to be suitable for predicting  $VO_{2peak}$  Portuguese children of school age. The use of portable gas analyzer (K4b2, Cosmed, Rome, Italy) causes no constraints on the performance during the teste shuttle in children.

Keywords: children, childhood obesity, body mass index, lung function, cardio respiratory capacity.

## **INTRODUÇÃO AO ESTUDO**

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos a prevalência da obesidade infantil tem aumentado a nível mundial e evidenciado carácter multifactorial (OMS, 2000). Portugal não tem sido exceção e estudos indicam uma prevalência de crianças (31,6%) com excesso de peso e obesidade (Padez *et al.*, 2005). Para além de todas as comorbilidades associadas a esta patologia tem-se especulado repercussões funcionais pulmonares tanto mais evidentes quanto mais severo o nível de obesidade. Vários estudos que relacionam a função respiratória dos sujeitos e a prevalência de excesso de peso (Luce, 1980; Rubinstein *et al.*, 1990; Suratt *et al.*, 1984) afirmam ter identificado, com adultos, alterações ao nível do sistema respiratório, particularmente a redução dos volumes pulmonares: volume de reserva expiratória (VRE), volume residual (VR) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sup>1</sup>), e das capacidades pulmonares: capacidade residual funcional (CRF), capacidade vital (CV), capacidade pulmonar total (CPT) e capacidade vital forçada (CVF).

Pensa-se que a obesidade exerce efeitos adversos sobre a função pulmonar alterando os seus parâmetros ventilatórios. O excesso de tecido adiposo promove uma compressão mecânica sobre a caixa torácica, o diafragma, os músculos abdominais e os pulmões, causando redução das dimensões anatómicas. Considera-se ainda que pessoas com elevado peso corporal tendem a ser cronicamente hipoventiladas, verificando-se uma diminuição da complacência pulmonar e maior resistência respiratória, levando a uma redução dos volumes e das capacidades pulmonares (Boran *et al.*, 2007). Acredita-se que a obesidade promove uma diminuição da força e resistência muscular o que provoca um aumento do trabalho respiratório no consumo de O<sub>2</sub>, logo maiores gastos de energia com a respiração (Paisani *et al.*, 2005).

Porém, Li *et al.* (2003), num estudo de revisão concluiu que as alterações nos volumes e capacidades pulmonares registadas com populações pediátricas são limitadas e não concordantes. Alguns estudos questionam o facto do peso corporal afetar a função pulmonar. Consequentemente, o impacto total do IMC na função pulmonar em estudos populacionais pediátricos pode estar reduzido, devido à componente muscular. Não é unânime que o peso contribui para explicar alterações nas variáveis espirométricas ou somente evidenciam alterações em casos de obesidade mórbida, mas a inclusão ou não do peso pode depender das características de cada população específica (Birings, 1999).



Em crianças e adolescentes, os fatores de crescimento e o gênero (Chinn, 1996), podem ter maior influência sobre as alterações na função respiratória e força muscular respiratória do que os valores antropométricos. Segundo Boran *et al.* (2007) em crianças e adolescentes, a função pulmonar é similar entre obesos e não obesos. Um estudo com 39 crianças obesas verificou que a complacência e a resistência pulmonares expressas como capacidade vital e volume residual foram semelhantes às do grupo controle (Chaussain *et al.*, 1977). Bosisio *et al.* (1984) num estudo com 30 crianças obesas, também encontraram volumes pulmonares dentro da normalidade.

Constata-se um aumento do número de estudos que através de testes funcionais têm contribuído para a avaliação quantitativa e qualitativa da função pulmonar, por meio da mensuração de volumes e fluxos pulmonares (Rasslan *et al.*, 2004). Apesar de vários estudos relatarem as disfunções decorrentes da obesidade sobre o sistema respiratório, faz-se necessário clarificar e descrever as características inerentes a essas situações.

As doenças cardiovasculares (DCV) encontram-se hoje entre as principais causas de morte na população adulta (OMS, 2002). Não obstante, este aumento significativo do número de mortes por eventos cardíacos parece estar sob influência, além de outras condições, do desenvolvimento dos fatores de risco das DCV na infância e adolescência (Armstrong *et al.*, 2006; Anderssen *et al.*, 2006). Os efeitos diretos deste estado de obesidade nas funções cardíacas e os meios pelos quais a excessiva gordura corporal pode negativamente afetar a saúde cardiorespiratória, durante os anos de crescimento das crianças têm recebido pouca atenção. (Rowland, 2007)

Eisenmann *et al.*, (2005), num estudo onde analisaram a relação existente entre a aptidão cardiorespiratória (APCR), sobrepeso e os fatores de risco das DCV, sugeriram um papel significativo da APCR e da obesidade nesta relação. Foi no grupo de crianças e adolescentes com valores mais baixos do IMC que este grupo de autores verificou valores médios reduzidos nos fatores de risco das DCV estudadas. Foram, ainda, as crianças com IMC elevado e níveis reduzidos de APCR aquelas com valores médios superiores dos fatores de risco das DCV. Estes resultados parecem sugerir a importância das crianças e adolescentes apresentarem valores consideráveis de APCR. No entanto, é importante ressaltar que os valores reduzidos de IMC, por si só, parecem estar associados a um fator de proteção no desenvolvimento dos fatores de risco das DCV (Ruiz *et al.*, 2007).

A capacidade aeróbia é relatada como componente preponderante na redução dos riscos da mortalidade e comorbilidades associadas às doenças cardiovasculares (Blair *et al.*, 1989). De acordo com o ACSM (2007), a aptidão física para a criança e adolescente deve ser desenvolvida como primeiro objetivo de incentivo na adoção de um estilo de vida apropriado na prática de exercícios para toda a vida, com o intuito de desenvolver e manter a condição física suficiente para uma melhoria da capacidade cardiorespiratória. São vários os estudos que indicam que os níveis de aptidão aeróbia estão relacionados com um menor risco de hipertensão arterial, doenças coronárias, obesidade, diabetes e outros problemas de saúde em adultos (Blair *et al.*, 1989; Blair *et al.*, 1992). Pode-se assim afirmar que a aptidão aeróbia é provavelmente, a componente mais importante de qualquer programa de aptidão física. Na avaliação da capacidade cardiorespiratória tem-se utilizado o consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx.}$ ), que representa a capacidade máxima de captar, transportar e utilizar o oxigénio ao nível celular na unidade de tempo (Rowland, 1985). Para a avaliação da capacidade aeróbia, os métodos diretos ou laboratoriais são os mais precisos, no entanto, consideram-se bastante pertinentes a avaliação indireta quando se trata de um elevado número de avaliações, devido à sua fácil aplicação. Muitos estudos têm usado o teste do Vaivém (de 20-m) conhecido como *multistage-shuttle run-test* (MSRT) para avaliar os valores que expressam a saúde e condição física em crianças e jovens (6 aos 19 anos), através da predição do  $VO_{2máx.}$  O teste de terreno, teste do vaivém, regista uma validade moderada em crianças com 10 ou mais anos de idade (Cureton e Plowman, 2007). Os mesmos autores e Plowman (2001) avaliaram a fidelidade dos padrões originais do *Fitnessgram*<sup>®</sup> onde os coeficientes de correlação foram na maioria elevados (>0.70), consistindo fidelidade e validade nos padrões da capacidade aeróbia do *Fitnessgram*<sup>®</sup> (Leger *et al.*, 1988).

Os resultados de diversos estudos concluem que a avaliação e interpretação do  $VO_{2máx.}$  em jovens ainda geram controvérsias. O critério convencional para a obtenção do  $VO_{2máx.}$  durante um exercício de teste é a estabilização ou *plateau* do  $VO_2$  a despeito do aumento na intensidade do exercício, no entanto Astrand (1986) demonstrou que essa resposta não é típica da maioria das crianças e adolescentes. Tornou-se então, mais comum usar o termo  $VO_2$  pico, que refere o valor de  $VO_2$  mais elevado obtido durante um teste de exercício progressivo até a exaustão, para descrever a aptidão aeróbia de jovens. O teste do vaivém é provavelmente o teste mais comum no acesso a valores da capacidade aeróbia nos jovens. É ao mesmo tempo o melhor preditor de  $VO_{2pico}$ , em crianças e jovens, devido ao protocolo ter aumentos crescentes de velocidade que está relacionado diretamente com o aumento do  $VO_2$  (Van Mechele *et al.*, 1986).

O presente estudo, utilizando o teste do vaivém como instrumento de avaliação da capacidade cardiorespiratória pretendeu analisar se a equação utilizada pelo *Fitnessgram*<sup>®</sup> para estimar o  $VO_{2\text{pico}}$  é válida comparativamente ao  $VO_{2\text{pico}}$  medido. Pretendeu ainda verificar se a *performance* física é influenciada pela utilização do analisador de gases portátil durante a realização do teste. Assim, a investigação pretendeu também aprofundar e contribuir para o melhor conhecimento das respostas fisiológicas e de *performance* ao esforço aeróbio em crianças em idade escolar.

A obesidade nas crianças é altamente profética para a obesidade em adultos. A crescente preocupação sobre o aumento dramático da obesidade nas crianças e adolescentes funciona como um forte indicador para um natural aumento das doenças cardiovasculares à medida que esta população caminha para a idade adulta. Apesar de suscitar discussão, a realidade deste cenário é evidente. A prevenção e a deteção precoce de problemas respiratórios e cardiovasculares em crianças e adolescentes obesos são fundamentais para promover a qualidade de vida, no intuito de diagnosticar possíveis alterações da função pulmonar e cardiorespiratória.

## 1.2 Pertinência da Investigação

- i) A obesidade infantil é hoje uma epidemia global. Portugal não é exceção e assume os lugares cimeiros como país de maior prevalência da Europa.
- ii) Constata-se a influência desta condição de excesso de peso como fator de mortalidade e comorbilidades na idade adulta.
- iii) Comprova-se que a prevalência de ser um adulto obeso é tanto maior quanto maior a permanência dessa condição em idades infantis e adolescentes.
- iv) Recentes investigações referem a precocidade de doenças e condições causadas pelo excesso de peso, que anteriormente, apenas se verificavam na idade adulta.
- v) Não é unanimemente consensual a influência direta entre a obesidade de causa exógena na função pulmonar e na capacidade cardiorespiratória.
- vi) A escola, e consequentemente as idades escolares, são um meio privilegiado de avaliação, pesquisa, informação e promoção do estado de saúde.

### 1.3. Hipóteses

H<sub>1</sub> – Verifica-se associação entre a composição corporal com a Função Pulmonar e a Capacidade Cardiorespiratória.

H<sub>2</sub> – Rapazes e raparigas diferem ao nível da Função Pulmonar e Capacidade Cardiorespiratória.

H<sub>3</sub> – Existem diferenças ao nível na Função Pulmonar e Capacidade Cardiorespiratória entre sujeitos pertencentes às diferentes categorias do IMC.

H<sub>4</sub> – Verifica-se associação entre a função pulmonar a capacidade Cardiorespiratória para cada categoria do IMC.

H<sub>5</sub> – Será o teste do vaivém (*fitnessgram*) um preditor fiável do  $VO_{2\text{pico}}$  em crianças, de ambos os géneros sexuais.

H<sub>6</sub> – A utilização do analisador de gases portátil, durante o teste do vaivém, não provoca constrangimentos na *performance* física.

#### 1.4. Objetivos

No contexto das linhas orientadoras da investigação científica pretendeu-se verificar os seguintes objetivos:

- i) Avaliar a prevalência da obesidade infantil na população portuguesa estudada.
- ii) Avaliar a influência da composição corporal na Função Pulmonar e na Capacidade Cardiorespiratória em crianças.
- iii) Verificar se as crianças de ambos os géneros e de diferentes categorias de IMC diferem ao nível da Função Pulmonar e na Capacidade Cardiorespiratória.
- iv) Analisar se o teste do vaivém é um bom preditor do  $VO_{2\text{pico}}$  em crianças.
- v) Verificar se o transporte do analisador de gases portátil, durante o teste do vaivém, provoca constrangimentos na *performance* física das crianças em idade escolar.

## **ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

## 2.1. Introdução

A obesidade e atualmente a obesidade infantil evidenciam um aumento significativo na sua prevalência, particularmente nos países desenvolvidos, atingindo em algumas situações, proporções epidémicas. Portugal não é exceção. Sabe-se que a obesidade infantil, associada a outros fatores, gera uma tendência natural à obesidade futura (Dehghan, 2005; Padez *et al.*, 2004). Para além de todas as comorbilidades e morbilidades associadas a esta condição patológica, vários mecanismos foram sugeridos como possíveis efeitos da obesidade na função respiratória em crianças (Zerah *et al.*, 1993). Neste contexto, urge o estudo da influência da obesidade na função respiratória da população infantil onde alguns estudos realizados (Wilson *et al.*, 1999; Sue, 1997; Collins *et al.*, 1995) têm demonstrado resultados controversos e carência de unanimidade nas conclusões. Também os efeitos diretos deste estado de obesidade sobre a capacidade cardiorespiratória e, os meios pelos quais a excessiva gordura corporal pode afetar negativamente a saúde de todo o sistema cardiorespiratório, durante os anos de crescimento das crianças, têm recebido pouca atenção. Cresce a preocupação de que o habitual e dramático aumento da obesidade nas crianças e adolescentes seja um presságio para um maior aparecimento de doenças cardiovasculares à medida que a juventude com excesso de peso atinge a idade adulta. A obesidade nas crianças é altamente prevalente para obesos adultos (Rowland, 2007).

A presente dissertação tenciona contribuir para o aumento e melhoria da informação existente, verificando a influência da obesidade de causa exógena na função pulmonar e na capacidade cardiorespiratória em crianças portuguesas em idade escolar correspondente ao 1º ciclo do ensino básico. Para além de ser efetuado um rastreio ao nível do estado da obesidade escolar em Portugal, pretende-se averiguar se existem diferenças ao nível da função pulmonar e cardiorespiratória entre sujeitos pertencentes às diferentes categorias do índice de massa corporal (obesidade, excesso de peso, peso normal e baixo peso), analisando os parâmetros das provas de função respiratória e cardiorespiratória em esforço, determinados através de testes espirométricos e de um teste de esforço máximo, respetivamente. Pretende-se ainda caracterizar se rapazes e raparigas diferem ao nível da função pulmonar e cardiorespiratória e perceber através dos parâmetros obtidos a existência de desvios da normalidade e quais as alterações predominantes.



Enquadrado ainda na presente dissertação, inerente ao teste de esforço máximo realizado através da medição do consumo de oxigénio, pretende-se verificar a validade da predição do  $VO_{2\text{ pico}}$  pelo *software* do *fitnessgram*<sup>®</sup>, no teste do vaivém e, se existem constrangimentos na *performance* ao utilizar o analisador de gases portátil.

## 2.2. Revisão da literatura

### 2.2.2. Obesidade infantil

Diversos fatores que ocorrem ao longo da vida determinam o desenvolvimento da obesidade e de outras doenças crónicas inerentes. As influências que determinam um ganho de peso conduzindo à obesidade podem ocorrer a qualquer altura desde o estado embrionário e fetal, passando pela infância e adolescência até à idade adulta. Estes períodos críticos na vida podem ser identificados quando existe um aumento da adiposidade tornando os indivíduos mais suscetíveis ao aparecimento, permanência ou agravamento da obesidade e comorbilidades associadas (Barata *et al.*, 2008).

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 1998) reconheceu a obesidade como uma epidemia global, constituindo-a como um problema de saúde pública. Define-se excesso de peso para a população adulta, quando o IMC, através da fórmula de *Quetelet's* (1985), razão entre peso e altura elevada ao quadrado ( $W/H^2$ ), é igual ou superior a  $25\text{ kg/m}^2$ , e obesidade quando é igual ou superior a  $30\text{ kg/m}^2$ , existindo uma correlação elevada entre este índice e a massa gorda corporal (DGS, 2005).

Os dados do *International Obesity Task Force* (IOTF, 2000) mostram que, nos últimos anos, a prevalência da obesidade tem aumentado significativamente, sendo responsável, em grande parte, pelo aumento da mortalidade e morbilidade com implicações significativas no indivíduo, na família e na comunidade.

A prevalência do excesso de peso e obesidade na infância tem crescido ao longo das últimas duas décadas em muitas partes do mundo, principalmente nos países desenvolvidos (Padez *et al.*, 2004; Rolland-Cachera *et al.*, 2002; Magarey *et al.*, 2001; Martorell *et al.*, 2000; Reilly *et al.*, 1999). Dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000) revelaram um aumento significativo da prevalência de excesso de peso em crianças nos EUA. Um artigo de revisão

(Dehghan, 2005) admite que, neste país, 25% das crianças apresenta excesso de peso, 11% são obesas, e 70% dos adolescentes obesos tornam-se adultos obesos.

Portugal não é exceção e estudos com crianças portuguesas mostraram uma elevada prevalência de excesso de peso e obesidade em comparação com outros países europeus. Cerca de 31,6% das crianças com idades compreendidas entre 7 e 9 anos apresentam excesso de peso, sendo 11% obesas (Padez *et al.*, 2004). Outros dados referem que 24% das crianças em idade pré-escolar apresentam excesso de peso e 7% são obesas (Rito, 2004).

Segundo um estudo realizado em 2003 pela Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, Portugal apresenta-se como o segundo país europeu com maior prevalência de sobrepeso e obesidade na população infantil. Por exemplo, um estudo realizado na cidade de Bragança verificou a existência de valores de IMC correspondentes ao grau de excesso de peso em crianças entre os 8 e 9 anos de idade, em particular no sexo feminino (Campos, 2000). Um outro estudo, com mais de duas mil crianças efetuado no concelho do Montijo (Ferreira *et al.*, 2007) verificou resultados que convergem com os encontrados por Padez (Padez *et al.*, 2004), ou seja, uma prevalência de 20,7% de situações de pré-obesidade e de 19,1% de crianças obesas

A obesidade constitui um importante problema de saúde pública com consequências económicas de grande dimensão. Os obesos têm um risco acrescido de contrair doenças e de sofrer de morte prematura devido a problemas como a diabetes, hipertensão arterial, acidente vascular cerebral (AVC), insuficiência cardíaca e algumas neoplasias malignas (OMS, 2006). Segundo os indicadores da direção geral de saúde (DGS, 2005), a obesidade está também associada a problemas psicológicos como depressão, angústia e baixa autoestima, bem como problemas de saúde ortopédicos e posturais. O custo indireto total da obesidade em Portugal no ano de 2002 foi estimado em 199,8 milhões de euros. A mortalidade contribuiu com 58,4% deste valor (117 milhões de euros) e a morbilidade com 41,6% (83 milhões de euros). Os custos da morbilidade advêm de mais de 1,6 milhões de dias de incapacidade anuais, principalmente por faltas ao trabalho associadas a doenças do sistema circulatório e diabetes tipo II (Pereira *et al.*, 2000). Os resultados indicam que a obesidade acarreta consideráveis perdas económicas para o país.

Um dos principais problemas da obesidade infantil consiste na elevada probabilidade de as crianças tornarem-se obesas na idade adulta, aumentando assim, o risco de doenças cardiovasculares e de todas as comorbilidades que estão inerentes (Shephard, 2005).

Na idade adulta os indicadores são ainda mais preocupantes, uma vez que 50% da população tem excesso de peso, sendo 15% obesa. Estimando-se assim, que os custos diretos da obesidade absorvam 3,5% das despesas totais da saúde (Pereira *et al.*, 2000).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 2,3 mil milhões de adultos terão excesso de peso e que mais de 700 milhões serão obesos em 2015 (OMS, 2006). A etiologia da obesidade é multifactorial, sendo a genética e as condições ambientais as principais responsáveis pelo aumento da obesidade. Os fatores ambientais mais importantes para o desenvolvimento da obesidade são a diminuição das atividades físicas e os hábitos alimentares inadequados (Martinez *et al.*, 2002). Um fator determinante para o desenvolvimento da obesidade é o sedentarismo, pois, a obesidade é o resultado de um desequilíbrio do gasto energético, ou seja, maior ingestão com menor gasto, resultando num saldo energético positivo (Abrantes *et al.*, 2002). Também Coutinho (1999) refere que a obesidade é o resultado de um desequilíbrio permanente e prolongado entre ingestão calórica e gasto energético, onde o excesso de calorias se armazena como tecido adiposo.

O autor Must (1991) refere que o risco de obesidade na fase adulta é duas vezes maior nos indivíduos que tiveram excesso de peso em crianças, em comparação com indivíduos que nunca apresentaram excesso de peso na infância. E esse risco aumenta quando se trata de obesidade severa e quando essa obesidade persiste até à adolescência. Cardoso (2005) refere que, apesar da intervenção médica com as crianças centrar-se prioritariamente na prevenção das doenças consequentes da obesidade na vida adulta, os médicos são já confrontados com o tratamento de crianças com as mesmas doenças que se encontram em doentes adultos. É cada vez maior o número de crianças e jovens com situações agravadas de obesidade e diabetes tipo II, outrora observadas com maior incidência na população adulta.

O relatório da Organização Mundial da Saúde de 2008 (WHO, 2008) indicava que 32,2% das crianças entre os 6 e os 9 anos eram obesas ou tendiam a sê-lo. Em 2010 essa percentagem baixou dois pontos percentuais, para 30,2%. Em contrapartida, a percentagem de crianças com baixo peso aumentou de 2,1% para 2,6%. De acordo com o estudo apresentado, as regiões do país onde há mais crianças subnutridas, com percentagens superiores a 5%, são o Algarve e o Alentejo (*Childhood Obesity Surveillance Initiative Portugal*, 2010). Para que possa existir uma alteração deste estado situacional é essencial prevenir, informar e constituir estratégias de intervenção.

### 2.2.2.1. Avaliação e classificação da obesidade infantil

A investigação da composição corporal humana tornou-se uma área distinta da investigação científica, embora este estudo remonte há mais de um século, somente nas últimas décadas tem ganho maior relevo. A informação relacionada com a composição corporal tem vindo a aumentar rapidamente sendo já considerada como mais um ramo da biologia humana. Até então, foram publicados vários modelos moleculares multicompartimentais. Na generalidade estes modelos foram desenvolvidos a partir de equações simultâneas, que podem incluir dois ou mais componentes desconhecidos, e/ou a propriedade mensurável: água total corporal (componente) estimada por diluição de isótopos, o mineral ósseo (componente) através de densitometria radiológica de dupla energia (DXA) e a densidade corporal (propriedade) através de técnicas densitométricas (Barata *et al.*, 2008). A nível molecular pode ser descrito como qualquer uma das seguintes combinações: um modelo a dois compartimentos, massa corporal (massa corporal igual a gordura e massa isenta de gordura (MIG); Um modelo a três compartimentos, (massa corporal igual a gordura, água e massa residual), isto é, a soma da proteína, mineral e glicogénio; E o modelo a quatro compartimentos, (massa corporal igual a gordura, água, mineral e massa residual), isto é, a soma de proteína e glicogénio. Apesar de algumas incertezas nestes modelos quanto à inclusão do componente essencial dos lípidos e, desde que os termos a nível molecular sejam coerentes entre si, será na massa isenta de gordura (MIG) que o componente essencial deverá ser incluído. Desta forma, a MIG ou até mesmo o termo amplamente usado de massa magra referem-se à soma da MIG com o lípidos essenciais (Barata *et al.*, 2008). No entanto, estes modelos são dispendiosos e requerem tempo, o que não facilita uma implementação alargada na maioria dos laboratórios. Desta forma, técnicas menos dispendiosas e mais práticas têm sido usadas em cenários clínicos para calcular componentes a nível molecular, tais como a morfologia de superfície (antropometria), a análise através de bioimpedância elétrica (BIA), a pletismografia por deslocamento de ar (PDA) e a Densitometria Óssea (DXA).

O interesse na avaliação antropométrica tem aumentado pela sua enorme aplicabilidade em contextos clínicos e em estudos epidemiológicos. Os instrumentos são portáteis, pouco dispendiosos e acessíveis, e os procedimentos são simples e não evasivos. Desta forma os métodos antropométricos são aplicáveis em estudos de

larga escala permitindo obter dados epidemiológicos bem como a monitorização de alterações seculares.

Em muitos estudos a obesidade tem sido definida através do IMC. Para a população adulta, o IMC é uma medida válida para rastrear populações numerosas de forma a avaliar a massa corporal e a associação com o aumento da morbidade e mortalidade, justificado a sua utilização para avaliar a gravidade da obesidade (WHO, 2007).

Segundo a OMS (2000), adultos com um IMC de 25 a 29.99 kg/m<sup>2</sup> constituem o nível pré-obeso. Um IMC de 30.00 a 34.99 kg/m<sup>2</sup> constitui o nível de obesidade I (moderada), um IMC de 35 a 39.99 kg/m<sup>2</sup> constitui o nível de obesidade II (severa) e um IMC superior a 40.00 kg/m<sup>2</sup> considera-se o nível de obesidade III (muito severa ou mórbida). O IMC apresenta vantagens sobre outras medidas possíveis de adiposidade, devido à facilidade de cálculo, divisão do peso pela altura ao quadrado, e pela sua determinação em nomogramas. Porém, para a população infantil e adolescente os critérios de classificação ainda não estão uniformizados.

De acordo com Must *et al.* (1991), nos EUA a definição de peso excessivo e obesidade, em crianças, foi adotada em 2000 pelo *Center for Disease Control* (CDC). Através desta abordagem, crianças e adolescentes entre os percentis 85 e 95 são classificadas como estando em excesso de peso e, acima do percentil 95, como sendo obesas. Nos últimos anos, e de acordo com a classificação anteriormente referida, a prevalência da obesidade em crianças definida através do IMC com valor de corte percentilado ( $\geq 95$ ), para a idade, sexo e raça, aumentou de forma exponencial, classificando 15% das crianças com idade entre 6-19 anos como obesas (Odgenet *et al.*, 2002).

Estudos recentes revelaram uma melhor compreensão acerca da validade do IMC como medida de adiposidade. Sardinha *et al.* (1999) observaram que o IMC é capaz de identificar eficazmente crianças com gordura corporal excessiva em idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos. Têm sido reportadas associações entre os valores de IMC na idade infantil, juvenil e na idade adulta (Dietz *et al.*, 1999). Estes autores concluíram que o IMC é uma forma razoável de avaliação quando se pretende medir o IMC em crianças e adolescentes, onde os padrões usados para identificar o excesso de peso deveriam concordar com os padrões usados para identificar o primeiro e o segundo nível de excesso de peso em adultos (IMC de 25 e 30 kg/m<sup>2</sup> respetivamente).

Um estudo desenvolvido por Dumith *et al.* (2010) com crianças brasileiras verificou a classificação da obesidade através da comparação e correlação de três

critérios de classificação diferentes, *Internacional Obesity Task Force* (IOTF, 2000), a classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2007 e a classificação de Conde de Monteiro de 2006 (Monteiro *et al.*, 2006). Os resultados deste estudo demonstraram que não existiram diferenças entre os critérios de classificação quanto à prevalência de excesso de peso entre géneros, no entanto, para cada género, existiam resultados diferentes nas faixas etárias, precisamente dos 7 aos 9 anos. Apesar destas diferenças, a concordância entre os critérios utilizados foi relativamente alta com uma variação de  $r=0,71$  a  $r=0,98$  entre géneros e entre idades.

O desenvolvimento consensual da classificação da obesidade em crianças tem sido limitado devido à falta de dados sobre o período de validade do IMC, como medida de massa corporal. A ausência de uma população de referência para a avaliação da obesidade, a falta de concordância sobre qual o valor de corte, a escassez de estudos que analisaram a sensibilidade, especificidade, valor preditivo da persistência da obesidade ou o desenvolvimento das suas complicações, necessitam de maior uniformização. Contudo, vários estudos e autores defendem que na criança e no adolescente o valor de IMC deverá ser percentilado, dado nesta faixa etária existir uma enorme variabilidade maturacional inter e intra-individual (DGS, 2005).

Para evitar a utilização de vários valores de corte do IMC foi recomendado que um sistema internacional estabeleça-se a classificação de peso excessivo e obesidade. Estes dados de referência foram publicados em 2000 num estudo de Cole *et al.* (2000), que propuseram uma definição estandardizada para o excesso de peso e a obesidade em crianças. Este estudo foi dos primeiros a apresentar os valores de corte do IMC para crianças e adolescentes, com idades compreendidas entre os 2 e os 18 anos, baseados em critérios estatísticos de continuidade com a idade adulta. Eles propuseram pontos de corte diferentes daqueles recomendados pela OMS. O critério de Cole *et al.* (2000), com definições de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes com base no IMC, disponibiliza pontos de corte específicos por sexo e idade correspondentes, estando estatisticamente relacionados com os valores de corte de 25 e 30 kg/m<sup>2</sup> na idade adulta.

Em 2007 a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2007), sugeriu que a referência de crescimento deveria ser construída para crianças e adolescentes, utilizando-se dados históricos já existentes. Iniciou-se um processo de identificação dos bancos de dados existentes em diversos países. Verificou-se grande heterogeneidade nos estudos, nos métodos, qualidade dos dados, tamanho das amostras, idades, situação socioeconómica das crianças participantes e diversos

outros fatores decisivos para a construção das curvas de crescimento. Desta forma, muito provavelmente uma curva construída a partir de dados tão heterogêneos não coincidiria com os dados do padrão de crescimento da OMS aos 5 anos para os diferentes indicadores antropométricos. A OMS optou por reconstruir a referência de crescimento que era recomendada anteriormente, a do *National Center for Health Statistics* (NCHS) de 1977, para crianças dos 5 aos 19 anos. Foi utilizada a amostra original dos participantes de 1 a 24 anos e acrescentaram-se os dados das crianças de 18 a 71 meses provenientes do padrão de crescimento da OMS, visando facilitar “a suavização” na transição aos 5 anos de idade. As curvas da OMS de 2007 adaptam-se ao padrão de crescimento infantil dos 5 anos de idade e aos pontos de corte de sobrepeso e obesidade recomendados para os adultos (WHO,2007).

Os esforços para reverter a crescente prevalência da obesidade na infância requerem a capacidade de avaliar de forma rigorosa as mudanças na composição corporal, especialmente na gordura corporal. No entanto a avaliação das alterações na adiposidade das crianças é um desafio, devido aos efeitos da maturação e crescimento na massa muscular, massa gorda, e estado de hidratação (Lohman, 1986).

De acordo com Freedman *et al.*, (2005) que verificaram algumas associações longitudinais, concluíram que em crianças os valores do IMC e a prega subcutânea tricípital estavam associados aos níveis do IMC e adiposidade em adultos. Alguns estudos (Malina e Katzmarzyk, 1999; Rodrigues, *et al.*, 2004) referem que o IMC apresentou maior fiabilidade na determinação dos valores de gordura, em populações que foram medidas através do IMC e da prega adiposa tricípital, comparando com a avaliação exclusiva do IMC. A magnitude dessas associações longitudinais aumentaram com a idade infantil, mas os níveis de IMC para as mesmas idades (2 a 5 anos) estavam moderadamente associados com a adiposidade. Concluiu-se que o IMC está associado à adiposidade no estado adulto mas é possível que a magnitude dessa associação dependa da gordura relativa nas crianças.

Uma das limitações da utilização da medição do IMC é o facto de não permitir a distinção entre massa gorda (MG) e massa isenta de gordura (MIG). As crianças com elevado peso corporal em massa magra podem ser facilmente classificadas como apresentando sobrecarga ponderal ou obesidade. Deste modo, torna-se necessário a estimativa da MIG, MG e %MG. As alterações na MG absoluta e relativa (%MG) e na MIG geradas pelo processo de crescimento durante a infância, afetam a composição corporal (CC) e a distribuição da MG enquanto adultos, o que por sua vez, reflete-se

nos fatores de risco cardiovascular e relaciona-se com a presença de determinadas doenças (Guo *et al.*, 1997). Perceber as mudanças da composição corporal (CC) e analisar os seus níveis, da infância até à fase adulta, pode permitir o reconhecimento prévio de crianças e adolescentes com mudanças e/ou níveis anormais de composição corporal com maior risco para o desenvolvimento de determinadas doenças.

As alterações na CC ocorrem com maior prevalência na adolescência, mas de forma distinta nos dois sexos. Nos rapazes a maturação provoca alterações na CC, como a diminuição de gordura subcutânea nos membros inferiores e superiores e o aumento relevante da massa óssea e muscular, enquanto as raparigas apresentam aumentos substanciais dos níveis de adiposidade (Goran *et al.*, 1999b). Durante a pré-adolescência, as proporções de tecido adiposo e de massa isenta de gordura (MIG) em rapazes e raparigas são similares, mas, em contrapartida, durante a adolescência e com o início da puberdade, a generalidade das raparigas apresentam maiores ganhos em MG do que em MIG, enquanto nos rapazes o processo é oposto, apresentando valores superiores de MIG (Wang, 2002). As raparigas acumulam mais MG subcutânea (ancas e coxas) do que os rapazes, em todas as idades. Os rapazes têm um padrão de deposição da gordura mais centralizada, acumulando mais MG no tronco e no abdómen (Malina e Bouchard, 1991; Norgan, 1997). Nos rapazes, a MG total aumenta gradualmente da infância até à adolescência, enquanto nas raparigas, a MG aumenta significativamente a partir dos 8 anos de idade, sendo que, durante a adolescência, o incremento da MG traduz quase o dobro comparativamente aos rapazes. A percentagem da MG nas raparigas tende em aumentar gradualmente até à idade adulta, enquanto no sexo masculino, esse aumento só ocorre até aos 11, 12 anos de idade, constatando-se aumentos relevantes de MIG (Malina e Bouchard, 1991). A %MG é sempre superior nas raparigas, com mais 1% aos 5 anos e cerca de mais 6% aos 10 anos de idade (Rogol, 2002). Percentagens de gordura em crianças superiores a 25 e 30% em rapazes e raparigas, respetivamente, têm uma maior probabilidade de desenvolverem fatores de risco de doenças, como a hipertensão, o colesterol elevado e a obesidade (Wilmore, 1994 e William, 1992). No entanto, para Moreira (1995b) os valores de massa gorda relativa, para a obesidade, situam-se entre os 15 e os 20% para os rapazes e entre 25 a 30% para as raparigas.

Na interpretação de algumas variáveis antropométricas, como as pregas subcutâneas, assume-se que os tecidos medidos estão em estado de homeostasia. Um exemplo disto é o facto de os músculos estarem relaxados e os tecidos moles hidratados. Se estas condições não estiveram cumpridas, a interpretação pode não



ser válida. As variações individuais na espessura da pele afetam a validade da espessura da prega adiposa, podendo comprometer a medição do tecido adiposo subcutâneo. De forma a ultrapassar as diversas limitações inerentes à avaliação da composição corporal, nomeadamente a MG e a MIG, através do método antropométrico, torna-se evidente a necessidade de se utilizarem métodos e equações preditivas para populações diferenciadas, baseadas em modelos multicompartimentais ou em fórmulas a dois compartimentos, que ajustem para a densidade média da MIG de uma dada população (Rogol, 2002).

Embora este ponto seja de particular importância em crianças e adolescentes, as variações da composição corporal e da MIG continuam ao longo da vida, à medida que o indivíduo envelhece, embora com magnitude e características diferentes. Neste contexto, importa referir as equações desenvolvidas por Slaughter *et al.* (1988), Peterson *et al.* (2003) e Evans *et al.* (2005), para crianças, adultos e atletas, respetivamente, por utilizarem um método de referência que controlou a variabilidade dos principais componentes da MIG. Porém, a falta de métodos válidos para a estimação da MG tem dificultado a definição clara de valores de corte para a população infantil.

Por outro lado, o interesse pelo padrão de distribuição dessa adiposidade tem aumentado, especialmente no que concerne a uma maior localização do tecido adiposo na região do tronco. A importância desta distribuição prende-se com a existência de dois tipos de tecido adiposo, o subcutâneo e o visceral. Embora não variem em composição, as suas implicações na saúde metabólica do indivíduo são distintas. Desta forma, um padrão andróide de acumulação de tecido adiposo, típico dos homens, apresentará um maior risco aterogénico do que um padrão ginóide, típico das mulheres. Por esta razão, a utilização do perímetro de cintura tem permitido avaliar o risco de doença cardiovascular, especialmente no adulto, pela sua elevada associação com marcadores de risco próinflamatórios e protrombóticos, pelo que a diminuição deste perímetro tem apresentado uma associação significativa com a diminuição do risco de doença cardiovascular (Barata, 2008).

O perímetro de cintura (PC) é considerado atualmente como uma medição prática da distribuição do tecido adiposo. O PC é considerado um indicador útil de predição de fatores de risco de doenças cardiovasculares nas crianças e adolescentes (Savva *et al.*, 2000). O estudo de Wang *et al.* (2003) refere que os valores do PC medidos em locais anatómicos (menor perímetro entre a grelha costal e as cristas ilíacas, imediatamente acima das cristas ilíacas, a meia distância entre a última costela e as cristas ilíacas e ao nível do umbigo) diferem na sua magnitude dependendo do sexo e são altamente replicáveis, estando correlacionados com a adiposidade total e

do tronco. No PC medido entre o menor perímetro da grelha costal e as cristas ilíacas, o ponto de referência pode ser facilmente identificado na maioria dos indivíduos, embora em alguns deles os níveis elevados de adiposidade ou de magreza não permitam identificar um único ponto de referência. A medição efetuada imediatamente acima da crista ilíaca pode ser mais difícil do ponto de vista técnico, particularmente em mulheres. O estudo de Wang *et al.* (2003) indica também que a medição da circunferência da cintura, quando é realizada imediatamente acima da crista ilíaca tem uma correlação mais elevada com a massa gorda do que os valores de PC obtidos por medição nos outros locais anatómicos. Os mesmos autores documentam que, o perímetro da cintura medido no ponto mais estreito do tronco é um forte preditor da massa gorda. Na população pediátrica, a avaliação de distribuições, incluindo percentis, relativamente à distribuição de gordura central são importantes para avaliar o excesso de adiposidade central. Apesar da associação entre os riscos para a saúde e a distribuição de gordura não ser ainda tão evidente como nos adultos, dados recentes apontam para uma relação com um perfil lipídico mais aterogénico (McCarthy *et al.*, 2001). Carece a necessidade de uma tabela de percentis adequada à população portuguesa, como por exemplo, a tabela de referência proposta por McCarthy *et al.* (2001) específica às crianças do Reino Unido.

Apesar do IMC não ter ainda uma classificação unânime é utilizada relativamente a outras medidas de densidade corporal em crianças e adolescentes possuindo um erro de medida na ordem dos 5 a 6% (Lohman, 1992; Dietz *et al.*, 1999). O IMC tem sido considerado por vários autores como uma medida razoável para avaliar o excesso de peso e obesidade em crianças (Must *et al.*, 1991, Dietz *et al.*, 1999), apesar deste, não distinguir massa gorda e massa isenta de gordura tem a capacidade de revelar a tendência ao sobrepeso e obesidade além de ser um instrumento de fácil mensuração e utilizar dados antropométricos (peso e altura) para o seu diagnóstico (Singulén, 2001).

### **2.2.3. Efeitos da obesidade infantil na Função Pulmonar.**

A crescente deposição de gordura, revestindo a cavidade torácica, tanto no interior como sobre a cavidade abdominal, pode conduzir a alterações progressivas na função pulmonar (Fung *et al.*, 1990). A obesidade poderá influenciar a mecânica respiratória, causadas pelo acumular de gordura nas costelas, diafragma e abdómen, reduzindo a complacência da caixa torácica e diminuindo a excursão diafragmática, o

que pode levar a um maior consumo de oxigênio para a respiração (Collins et al., 1995).

As complicações respiratórias, como apneia do sono, asma, intolerância ao exercício, são frequentes em crianças e adolescentes obesos e podem limitar a prática de atividade física e dificultar a perda de peso (Chinn, 2006; Pinto et al., 2006).

Li et al. (2003) determinaram que as alterações mais frequentes nos testes de função pulmonar de crianças obesas são a redução na capacidade funcional e na capacidade de difusão. Os autores Ülger et al. (2006) referem no seu estudo que o grupo de crianças obesas apresentou parâmetros de função respiratória basal inferiores ao do grupo controlo. Vários mecanismos têm sido sugeridos como possíveis efeitos da obesidade na função pulmonar. As alterações mais comumente relatadas são redução do volume de reserva expiratória e capacidade residual funcional devido à redução da parede torácica e complacência pulmonar e maior resistência respiratória (Zerah et al., 1993). Acredita-se também que o volume de sangue no pulmão leva à congestão, resultando no espessamento da parede das vias aéreas; diminuindo assim o tamanho das vias aéreas (Luce, 1980; Hogg, Pare, Moreno, 1987). Os autores Fung et al. (1990), num estudo com 1586 crianças chinesas observaram diminuição do volume de reserva expiratória (VRE), capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sup>1</sup>) pelo excesso de gordura na região abdominal em crianças com excesso de peso. As alterações da função pulmonar são mais comuns na obesidade central, em que a acumulação de tecido adiposo localiza-se na região da cintura. Recentemente passou-se a questionar se o efeito da obesidade nesta função seria simplesmente mecânico ou se haveria também alterações no metabolismo celular e na utilização de substratos gerados pela obesidade central (Collins et al., 1995; Sue, 1997).

Os efeitos da obesidade na função respiratória devem ser estudados isoladamente, de modo a avaliar o seu papel nas disfunções diagnosticadas em diversas doenças respiratórias (Wilson et al., 1999). Diferenças nos padrões de distribuição da gordura corporal também promovem alterações nos volumes pulmonares. A gordura armazenada na cavidade abdominal exerce, provavelmente, efeito mecânico direto na caixa torácica e no diafragma por um mecanismo de compressão que, por sua vez, restringe a expansibilidade pulmonar causando redução dos volumes pulmonares (Sue, 1997). Ao mesmo tempo tem sido defendido que o ganho de tecido adiposo em indivíduos de estatura mais baixa faria com que estes dificilmente atingissem volumes pulmonares mais próximos da normalidade.

Os impactos da obesidade na fisiologia pulmonar relacionam vários aspetos em debate, como a asma ou resistência das vias aéreas. Num estudo (Spathopoulos *et al.*, 2009) realizado com crianças gregas com idades escolares entre os 6 e 11 anos foram aplicados testes espirométricos, com o objetivo de avaliar o efeito da obesidade na função pulmonar (CVF, VEF<sup>1</sup>, VEF<sup>1</sup>/CVF) e também no fluxo expiratório forçado (FEF<sub>%25-75</sub>). O estudo concluiu que o aumento do nível do IMC é um indicador determinante para a redução dos parâmetros espirométricos, sendo referido como um fator de risco para alterações na função pulmonar em ambos os géneros e para a asma no género feminino.

A maioria dos estudos são relativamente consistentes quanto aos efeitos mais comuns da obesidade na função respiratória do adulto, contudo dados referentes ao impacto da obesidade infantil são mais limitados e menos concordantes. Por exemplo, Boran *et al.*, (2007) não encontraram diferenças nos parâmetros de função respiratória entre um grupo obeso e o grupo controlo, na faixa etária dos 7 aos 15 anos. Também Ray *et al.* (1983) enfatizaram que a função pulmonar apenas é reduzida na obesidade extrema.

As doenças respiratórias, apesar de constituírem uma das causas mais importantes de morbilidade na infância, ainda não são frequentemente avaliadas por medidas objetivas da função pulmonar na prática clínica. Isto deve-se à falta de padronização de muitos testes para a faixa etária pediátrica, à exigência dos próprios testes, ao elevado custo dos equipamentos e, principalmente, à falta de divulgação dos exames entre os pediatras como parte fundamental da avaliação de muitas doenças pulmonares (Rodrigues *et al.*, 2002). A doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), nos adultos, é uma das principais causas de morbilidade e mortalidade em todo o mundo sendo a quarta principal causa de morte e novos aumentos na prevalência e mortalidade desta doença são previstos nas próximas décadas (WHO, 2000). As alterações na função pulmonar como complicações da obesidade estão bem descritas em adultos, sendo frequentemente reportadas as reduções nos volumes pulmonares e fluxos expiratórios (Koenig, 2001). Contudo, dados semelhantes na população pediátrica são limitados e controversos.

#### **2.2.4. Efeitos da obesidade infantil na Capacidade Cardiorespiratória.**

Estudos de aptidão cardiorespiratória em crianças com excesso de peso têm-se reportado, tal como nos adultos, à relação existente entre esta capacidade e a massa gorda corporal. Os autores Mota *et al.* (2006) verificaram em crianças entre os 8 e os 10 anos, que elevados valores de aptidão cardiorespiratória correspondiam a crianças com baixos valores do IMC, nomeadamente nas raparigas. Os mesmos autores obtiveram resultados similares quando relacionaram valores da função cardiorespiratória e massa gorda. O autor Bénéfice (1998) também tinha encontrado conclusões semelhantes em crianças com idades compreendidas entre os 8 e os 13 anos. No entanto, Rowland (2007) afirma, no seu artigo de revisão, que existe uma reduzida a moderada relação entre aptidão cardiorespiratória e massa gorda. Refere que a reserva funcional cardíaca ou aptidão cardiovascular é preservada, mesmo nas crianças e adolescentes com níveis de obesidade mórbida.

Existem na literatura estudos que sugerem a associação do IMC em crianças com o risco de doenças cardíacas na idade adulta. Um estudo longitudinal publicado por Baker *et al.* (2007), que avaliou 5.063 crianças de 7 a 13 anos de idade com um IMC elevado na infância, verificou que as crianças na idade adulta faleceram mais precocemente ou foram diagnosticadas doenças cardíacas coronárias. Numa investigação realizada por Paschoal *et al.* (2008), que utilizou um teste de esforço submáximo para avaliar a capacidade cardiorespiratória de crianças obesas e não obesas sedentárias, concluiu que, as crianças obesas apresentaram menor capacidade funcional cardiorespiratória quando submetidas ao teste de esforço físico proposto no estudo. Mas as suas variáveis clínicas em repouso e durante a recuperação não apresentaram discrepância de valores quando comparados ao grupo de crianças não obesas. Porém, a amostra do estudo estaria em diferentes níveis de maturidade, o que condicionaria fisiologicamente os resultados obtidos.

Em adultos obesos o modo de respiração em exercício é caracterizado por ciclos respiratórios curtos, causados possivelmente pelo acréscimo de tecido adiposo na zona abdominal e peitoral também (Sampson, 1983). Existem variadas indicações do efeito negativo da obesidade na capacidade cardiorespiratória e conseqüentemente na tolerância ao exercício (Bobb *et al.*, 1991; Zanconato *et al.*, 1989).

Num estudo de Sakamoto *et al.* (1993) que tinha como objetivo clarificar as indicações anteriormente referidas, avaliou em 118 adultos através de um teste progressivo no cicloergómetro alguns parâmetros ventilatórios e a sua relação com um grupo de indivíduos obesos (n=49). Na comparação entre o grupo normal e o grupo obeso conclui-se, para a mesma carga de exercício (76watts), o grupo normal atingiu maiores valores de VO<sub>2</sub>. Os valores de frequência cardíaca no grupo obeso apresentaram diferenças estatísticas, com valores médios acima do grupo normal. Isto poderá evidenciar que para a mesma carga de trabalho o grupo obeso necessita de maiores valores nos parâmetros cardiovasculares para compensar a diminuída função respiratória. No entanto, esta relação ainda não está inteiramente clarificada em crianças.

A obesidade na infância é considerada um fator de predição para a obesidade na idade adulta (Dehghan, 2005). E, em jovens adultos o crescente aumento do excesso de gordura corporal é sinónimo de diversas situações de comorbilidades e de morte prematura como doença da artéria coronária e doenças metabólicas (diabetes tipo II), hipertensão, hiperlipidemias (Hambdy, 2003). A duração da condição de obesidade em idades pediátricas e em idades na infância indiciam já problemas como hipertensão e disfunção ao nível da vascularização periférica (Tounian *et al.*, 2001). Na obesidade adulta as doenças cardíacas, como doença da artéria coronária, hipertensão, apneia do sono, parecem estar implicadas por esta etiologia de fatores inerentes à condição de obeso. Informação similar começa a emergir na saúde cardíaca de crianças e jovens. Alguns dados indicam para uma diminuição da função ventricular relacionada com o nível de obesidade e uma diminuição da capacidade aeróbia (Eisenmann *et al.*, 2005). O crescimento na criança obesa é acompanhado pelo natural aumento das dimensões corporais, um aumento linear e gradual, acompanhado por um desenvolvimento na maturação sexual. As dimensões cardíacas bem como todo o sistema circulatório aumentam sintomaticamente, tal como o aumento do volume plasmático, hipertrofia das fibras do miocárdio e de todo o espaço cardíaco (Forbes, 1977).

Alpert *et al.* (1995) descobriu num grupo de adultos com obesidade mórbida, que a dimensão do ventrículo esquerdo (4,8cm), durante cinco anos de obesidade, aumentou para 6,5 cm. Estas informações foram sustentadas por estudos de Danias *et al.* (2003) através de imagens de ressonância magnética (MRI). Investigações recentes através de eletrocardiografia e suplementadas por MRI indiciam para informações similares em crianças e jovens (Friberg *et al.*, 2004). Analisando este efeito anabólico da obesidade, a dimensão do coração e o tamanho da cavidade do

mesmo, têm diminuído perante uma redução terapêutica do peso. Diminuições da massa ventricular esquerda, da espessura das paredes e da dimensão da cavidade da diástole têm vindo a verificar-se nos obesos mórbidos após cirurgia bariátrica (gástrica), como também após programas de dieta e de redução de peso para aqueles que estão em excesso de peso.

Por sua vez, na população juvenil, os estudos com ecocardiogramas, complementados pelas ressonâncias magnéticas, têm consistentemente indicado traços anatómicos semelhantes em crianças e adolescentes obesos. Corações maiores e densos são verificados em sujeitos obesos por comparação a jovens não obesos (Danas *et al.*, 2003; Kono *et al.*, 1994). As associações transversais entre a gordura corporal da massa ventricular esquerda, da densidade das paredes e das dimensões da cavidade do coração são evidenciadas entre grupos de adultos obesos, tal como em estudos da população em idade pediátrica (Rabbia *et al.*, 2003). Porém, nos adultos, estas afirmações descrevem uma correlação entre a gravidade da obesidade na juventude e o tamanho do ventrículo esquerdo (Alpert e Alexande, 1998). Kono *et al.* (1994) apresentam uma correlação de coeficiente  $r=0.60$  entre a adiposidade e a massa ventricular esquerda normalizada para o peso de jovens do sexo masculino, de 6 anos. Ainda assim, Rowland e Dunbar (2007) encontraram uma correlação de  $r=0.59$  entre o índice da massa corporal e a dimensão do fim da diástole ventricular esquerda, num grupo de adolescentes do sexo feminino, com a indicação do IMC de 14 a 63 kg/m<sup>2</sup>. A dimensão média do coração era de 44 mm naqueles com o IMC de 20 kg/m<sup>2</sup> aproximadamente, comparando com os 52 mm dos indivíduos com o IMC de 42 kg/m<sup>2</sup>. Num estudo que comparava as características do coração em relação à duração da obesidade, Rabbia *et al.* (2003), descobriram que o grupo de crianças obesas, de 13 anos, tinha regularmente uma maior dimensão do coração que os não obesos. Contudo, não encontraram diferenças significativas na massa do ventrículo esquerdo, entre os três grupos de crianças obesas, com a duração da obesidade menor que 4, entre 4-7 e maior que 7 anos.

A informação transversal é limitada. Nos estudos de Bogahusa Heart Study a massa ventricular esquerda (através do ecocardiograma) e as medidas de composição corporal foram registadas durante 4 anos, em 67 crianças saudáveis, com idades entre os 9 e os 22 anos. Observando múltiplas recaídas, concluiu-se que as pregas cutâneas não interferiam na massa ventricular esquerda nem estão relacionadas com as mudanças da dimensão do coração. Enquanto o alargamento do coração, na obesidade, pode conceber-se como a resposta para o aumento da carga hemodinâmica. Continua a haver necessidade de uma explicação mais precisa sobre

a expansão do sistema cardiovascular. Recai atenção nos efeitos anabólicos da hiperinsulinemia, isto é, na observação da resistência á insulina detetada em indivíduos obesos. Este modelo é particularmente interessante desde que a insulina foi reconhecida como fator de aumento para a massa cardíaca e para o músculo magro (*insulin growth hormone factor type1- IGF-1*), em adultos. Os estudos tentam identificar se o papel etiológico dos efeitos anabólicos da insulina, na hipertrofia do miocárdio, é um impedimento pelo facto dos níveis da resistência á insulina e ao seu soro estarem intimamente ligados á própria obesidade. A associação da resistência á insulina e da hiperinsulinemia com a dimensão do coração está devidamente fundamentada nos adultos. Por exemplo, Sasson *et al.* (1993) constataram entre 40 sujeitos obesos, com pressão arterial normal e não-diabéticos, que os marcos da resistência á insulina eram responsáveis por 50% da variação na massa ventricular esquerda. Esta única correlação entre coeficientes de índices de resistência á insulina e massa ventricular atinge valores entre  $r=0.44$  e  $r=0.51$ . Os autores sugerem que a hiperinsulinemia pode aumentar o tamanho do coração através de um efeito estimulante para o crescimento do músculo ou através do aumento do volume de sangue (por meio de mudanças nas absorções de sódio renal). Wong *et al.* (2004), em 109 adultos obesos, concluíram que os níveis de insulina eram indicadores associados aos indexados na massa ventricular esquerda ( $r=0.24$ ) e espessura das paredes ( $r=0.29$ ). A sugestão de um papel etiológico da insulina, na promoção do crescimento do miocárdio, tem sido acompanhada em estudos da juventude obesa e não obesa. Na população em geral, Gutin *et al.* (1998) encontraram uma parcial e significativa correlação de  $r=0.25$  entre os níveis de insulina e a massa ventricular com peso adaptado. Giordano *et al.* (2003) reportaram uma relação moderada ( $r=0.53$ ) entre o peso indexado da massa ventricular esquerda e a insulina, na resposta a um teste de tolerância á glucose.

Perante esta informação parece esclarecedor que a condição obesa entre crianças e adultos é caracterizada pelo alargamento do coração e, extensivamente o aumento do tamanho do coração está relacionado com a gravidade da obesidade. Simultaneamente, evidências sugerem que este alargamento da dimensão do coração e dimensão da cavidade cardíaca não reflete efetivamente a quantidade de gordura corporal mas sim o excesso de massa corporal, ou seja, o indivíduo obeso tem um coração maior do que o magro, não porque acumula excessivos tecidos gordos mas porque tem um índice de massa corporal maior (Rowland, 2007).



Os efeitos da obesidade vão muito para além dos parâmetros fisiológicos cardíacos. A condição física e o exercício parecem estar claramente condicionados pela obesidade, sendo a capacidade aeróbia e a fisiologia cardiorespiratória as componente que melhor traduzem a aptidão aeróbia.

## **2.2.5. Função Pulmonar**

### **2.2.5.1. Morfologia Pulmonar (volumes e capacidades)**

A mecânica pulmonar possui quatro volumes, o volume corrente (VC), volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE) e o volume residual (VR). As alterações no VR podem auxiliar o diagnóstico de certas condições clínicas (Bensabat, 1992). Um aumento no VR indica que mesmo com um esforço máximo o paciente não consegue exalar o excesso de ar no interior dos pulmões. Este fenómeno resulta da hiperinsuflação pulmonar e indica que o tecido pulmonar sofreu provavelmente alguma alteração podendo ser observadas também alterações mecânicas na parede torácica. Estas alterações podem ser reversíveis com obstrução brônquica parcial (como pacientes asmáticos jovens) ou irreversível, como em pacientes com enfisema avançado. As doenças pulmonares restritivas ou alterações músculo-esqueléticas podem causar uma diminuição no VR (Dickson, 1994).

A capacidade pulmonar compreende a soma de dois ou mais volumes (Couto e Ferreira, 2004) e incluem a capacidade pulmonar total (CPT), a capacidade vital (CV), a capacidade inspiratória (CI) e a capacidade residual funcional (CRF). A CPT é o volume de ar contido nos pulmões ao final de uma inspiração máxima. É composto pelos quatro volumes pulmonares. O aumento da CPT é traduzido como hiperinsuflação, tal como ocorre com o enfisema pulmonar. Uma CPT diminuída pode ser observada nos casos de doença pulmonar restritiva tal como fibrose pulmonar, efusão pleural e também nos problemas músculo-esqueléticos restritivos, podendo estes serem secundários na obesidade (West, 1990). A CV é a quantidade máxima de ar que pode ser expirada dos pulmões após uma expiração forçada seguida de uma inspiração máxima. Ela contém o VRI, o VC e o VRE (Bensabat, 1992). A diminuição da CV pode ser resultante da diminuição da proporção de tecido pulmonar distensível. Este fenómeno é observado por exemplo na pneumonia, congestão pulmonar e doença restritiva pulmonar. Também pode ser encontrado uma diminuição da CV sem que haja doença pulmonar primária ou obstrução aérea (West, 1990).

A obesidade mórbida pode limitar a expansibilidade pulmonar contribuindo para a restrição pulmonar (Couto e Ferreira, 2004). A capacidade inspiratória (CI) é a quantidade máxima de ar que pode ser inspirada a partir da CRF, ela contém o VRI e o VC (Bensabat, 1992). A CRF é o volume de ar que permanece nos pulmões após uma expiração em repouso, ela contém o VRE e o VR. Um aumento da CRF poderá representar hiperinsuflação pulmonar. Ela produz um aumento nos diâmetros torácicos acima do normal, o que resulta em ineficiência muscular e desvantagem mecânica (Dickson, 1994; West, 1990).

### **2.2.5.2. Fisiologia Pulmonar**

#### **2.2.5.2.1. Ventilação pulmonar e ventilação minuto.**

Os volumes e as capacidades pulmonares estáticas, como volume corrente, volume de reserva inspiratório, volume de reserva expiratório, capacidade vital forçada, volume pulmonar residual e capacidade pulmonar total, assim como os volumes pulmonares dinâmicos, tais como volume expiratório forçado e ventilação voluntária máxima, fornecem indícios da evolução e da eficiência funcional do crescimento do sistema respiratório da criança (Malina e Bouchard, 1991). Estes volumes e capacidades apresentam alterações acentuadas com a idade, observando-se em todos os volumes pulmonares um aumento até à idade adulta e à paragem no crescimento (Malina e Bouchard, 1991; Wilmore e Costill, 1999).

Wilmore e Costill, (1999), referem que alterações nos volumes e capacidades, combinam com as alterações da ventilação máxima que podem ser conseguidas durante o exercício máximo. Essa ventilação máxima é denominada ventilação expiratória máxima ( $V_{Emáx}$ ), ou ventilação minuto máxima. Estudos transversais demonstram que a média da  $V_{Emáx}$  é de aproximadamente 40 l/min para rapazes de quatro a seis anos de idade, e aumenta para 110 a 140 l/min após alcançarem a maturidade sexual. Essas alterações estão associadas ao crescimento do sistema pulmonar, o qual acompanha os padrões gerais de crescimento da criança. Segundo Malina e Bouchard (2000), o aumento dos volumes e das capacidades pulmonares, tanto estáticos como dinâmicos, estão intimamente relacionados com o crescimento da estatura da criança.

A ventilação minuto ( $V_E$ ), ou seja, o produto da frequência respiratória (FR) pelo volume corrente (VC), pode ser definida como o volume de ar movimentado pelos pulmões a cada minuto (Wilmore e Costill, 1999). De facto, variáveis ventilatórias como FR, VC e  $V_E$  estão estreitamente associadas com as características antropométricas da criança, particularmente massa corporal e estatura (Mercier *et al.*, 1991). Os autores Rowland e Cunningham (1997), observaram que com o aumento da idade, a partir da puberdade, a FR mostra um declínio progressivo e o VC apresenta um aumento linear estabilizando-se na maturidade física, tanto para intensidades submáximas como para intensidades máximas de trabalho. Quando as crianças são submetidas a uma determinada intensidade submáxima de exercício, por exemplo 60 watts em cicloergometro, a intensidade das respostas ventilatórias mostra-se exacerbada em relação ao verificado em indivíduos adultos, diminuindo progressivamente com o aumento da idade (Malina e Bouchard, 1991; Rowland e Cunningham 1997). Parte da explicação para essa menor eficiência ventilatória observada na população pediátrica relacionasse com a mecânica da ventilação. Verifica-se que, com o avançar da idade, há uma elevação progressiva na tolerância do tecido pulmonar e uma diminuição da resistência ao fluxo aéreo (Lanteri e Sly, 1993).

Rowland e Cunningham (1997) observaram uma relação positiva entre idade cronológica e ventilação minuto máxima. Já Prioux *et al.* (1997) verificaram, uma relação direta entre aumento de MIG e ventilação minuto máxima ( $V_{Emáx}$ ). Rutenfranz *et al.* (1981) observaram em crianças com idade entre oito e dezassete anos a existência de uma relação positiva entre estatura e ventilação minuto máxima. Certamente, os valores mais elevados de  $V_E$  no pico do exercício, alcançados pela população pediátrica com o avançar da idade, estão relacionados com os níveis de maturação somática, apresentando uma relação direta com o crescimento do sistema pulmonar (Malina e Bouchard, 1991; Prioux *et al.*, 1997).

#### **2.2.5.2.2. Frequência Respiratória (FR) e Volume Corrente (VC)**

As crianças durante o exercício físico apresentam valores de frequência respiratória (FR) mais elevados, para a mesma intensidade relativa, do que os valores apresentados por indivíduos com mais idade quer em exercício submáximal como em exercício máximo. Quando comparadas com adolescentes ou adultos, as crianças durante o exercício físico respondem com valores de frequências respiratórias mais elevados, por vezes, devido a respirações ineficazes e descontroladas (Bar-Or, 1983).

Neste aspeto, os resultados são consistentes e demonstram que nas crianças dá-se uma resposta central mais elevada à necessidade de expulsão do  $\text{CO}_2$ , em relação aos adultos. Primariamente, a frequência respiratória elevada e a respiração descontrolada não permite que o ar alveolar seja removido com a mesma eficiência que nos adultos, juntando, a uma frequência respiratória elevada irá levar a um aumento na totalidade do trabalho mecânico. Estes dois aspetos obrigam a que as crianças respirem mais vezes para um nível metabólico semelhante expressado por quilograma de massa corporal (Gratas-Delamarche *et al.*, 1993).

Rowland e Cunningham (1997), num estudo descritivo longitudinal com duração de 5 anos forneceram uma descrição das respostas respiratórias de crianças ao exercício físico. Os autores afirmam que o volume corrente (VC) aumenta em proporção ao aumento da massa corporal ao longo do crescimento da criança, mas a FR para uma determinada sobrecarga de trabalho decresce progressivamente. Como consequência a ventilação submáxima apresenta um aumento mais lento com o aumento da idade do que seria esperado com o aumento da massa corporal.

Quando a influência do género sexual foi examinada, unicamente a magnitude de  $V_E/VO_2$  (figura 1), foi observada tendo uma relação com o género, com as raparigas a demonstrarem valores mais elevados em todas as idades. A explicação possível para estes efeitos do género na eficiência ventilatória, são desconhecidos. O VC por quilograma corporal permaneceu estável enquanto a FR decresceu.

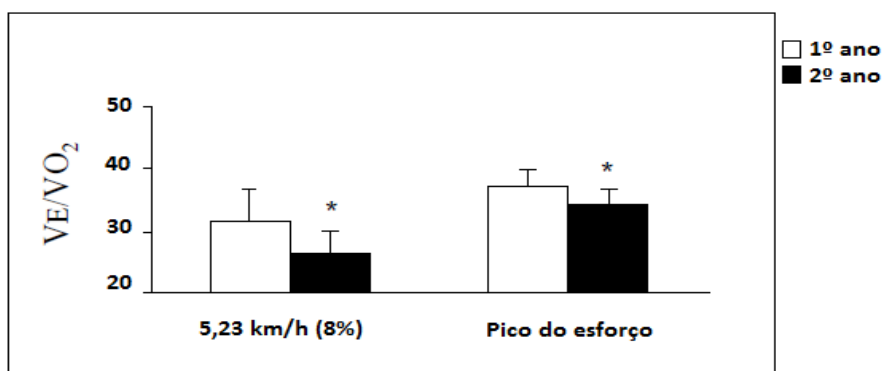


Figura 1 – Valores de  $V_E/VO_2$  em nível submáximo absoluto e máximo de exercício entre o 1º e 5º ano de investigação. Adaptado de Rowland e Cunningham (1997).

Gratas-Delamarche *et al.* (1993) também referem que durante o exercício físico o equivalente respiratório de consumo de oxigénio é mais elevado em crianças. Esse rácio, que representa o número de litros de ar necessário para ventilar os pulmões com o intuito de fornecer um litro de O<sub>2</sub>, é uma expressão numérica da eficiência ventilatória. Um rácio mais elevado reflete uma menor eficiência. O equivalente respiratório apresenta um decréscimo com a idade, quer em exercício submáximo quer em exercício máximo. A implicação principal para as crianças com menor eficiência ventilatória é um maior custo de O<sub>2</sub> da respiração (Bar-Or, 1983).

### 2.2.5.2.3. Adaptação do Sistema Pulmonar ao Exercício em Crianças.

As funções pulmonares, quer estáticas (volumes e capacidades) quer dinâmicas (fluxo e difusão), estão fortemente relacionadas às dimensões corporais. Portanto, em particular nas crianças, torna-se difícil diferenciar se as evoluções verificadas são devido ao crescimento ou devido às adaptações do sistema pulmonar ao exercício físico. (Bar-Or, 1983). Com as adaptações provenientes da prática de exercício físico regular, verificam-se alterações no sistema pulmonar das crianças, a ventilação (VE) e a frequência respiratória (FR) durante a realização de exercício físico tendem a ser mais reduzidas para a mesma intensidade relativa de esforço, e a extração de oxigénio a partir do ar atmosférico inspirado é superior. Este importante efeito, que advém do treino, pode refletir uma menor capacidade do metabolismo das vias anaeróbias, um menor custo de O<sub>2</sub> durante o exercício ou até uma redução na sensibilidade dos quimiorreceptores. Em contraste, os efeitos a longo prazo do treino, tornam a VE e FR máximas mais elevadas em proporção ao aumento do consumo de oxigénio (quadro 1).

Quadro 1 – Alterações Pulmonares ocorridas em crianças, com a prática continuada de exercício físico. Adaptado de Bar-Or (1983).

<b>Função</b>	<b>Alterações</b>
Capacidade Vital	Sem alterações
Ventilação – submáximo	Decresce
Ventilação – máximo	Aumenta
Frequência respiratória – submáxima	Decresce
Volume Corrente – máximo	Aumenta
Equivalente ventilatório - submáximo e máximo	Decresce ou sem alterações
Resistência muscular respiratória	Aumenta
Capacidade de difusão pulmonar	Sem alterações

### **2.2.5.3. Avaliação da Função Pulmonar (espirometria)**

Embora o desenvolvimento das técnicas para a avaliação da função pulmonar tenha-se iniciado há mais de um século, somente nas últimas duas décadas esses testes assumiram relevo em pediatria clínica, tornando-se extremamente úteis em estudos epidemiológicos, na avaliação de crianças portadoras de patologias pulmonares e nos estudos funcionais de crianças asmáticas (Rodrigues *et al.*, 2002).

A função mais importante dos pulmões é fornecer oxigênio e remover o dióxido de carbono produzido como produto resultante do metabolismo. Devido a esta troca de gases contínua há necessidade de uma ventilação efetiva para deslocar os gases para os alvéolos (West, 1990). As provas de função pulmonar (PFP) ajudam na avaliação da mecânica pulmonar e respiratória. Estes testes são baseados em normas que tem em conta o sexo, altura e idade do indivíduo. Os resultados destes testes devem ser comparados com o valor predito (esperado), esta comparação, permite verificar se o indivíduo está dentro da normalidade ou se tem indícios de obstrução ou restrição das capacidades avaliadas (Couto e Ferreira, 2004).

#### **2.2.5.3.1. Testes Espirométricos**

A espirometria é um dos testes mais importante no estudo da função pulmonar, mede os volumes, capacidades e fluxos pulmonares, a partir de manobras respiratórias padronizadas e compara-os com padrões de referência para altura, sexo e idade (Rodrigues *et al.*, 2002). Os aparelhos utilizados são os espirómetros que podem ser de dois tipos: os que medem volumes e os que medem fluxo de gás. Podem ainda ser abertos, quando o paciente inspira fora do sistema antes de iniciar o teste, e fechados, quando a manobra é realizada totalmente dentro do circuito do aparelho. A criança deve realizar a prova de pé, com a cabeça em posição neutra e fixa e com clipe nasal. As manobras realizadas produzem curvas volume-tempo e fluxo-volume que, para sua interpretação, deverão passar por critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade padronizados pela *American Thoracic Society* (ATS, 1995). Através da espirometria é possível a determinação da capacidade vital (CV), capacidade inspiratória (CI), volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE), capacidade vital forçada (CVF) e os volumes e fluxos dela originada (Rodrigues *et al.*, 2002). As técnicas recomendadas para obtenção dos vários parâmetros espirométricos em crianças foram normalizadas pela ATS (1995):

- Capacidade vital (CV) – é obtida solicitando-se à criança para respirar normalmente por alguns segundos; a seguir, pede-se que ela faça uma inspiração profunda e em seguida sobre todo o ar vagorosamente no interior do espirómetro. Dessa manobra é obtido um espirograma do qual são determinados a CV, CI, VRI e VRE.
- Capacidade vital forçada (CVF) – é o volume máximo de ar exalado com máximo esforço, após uma inspiração máxima. Solicita-se à criança para inspirar profundamente até o máximo possível, a seguir prender o ar por um a dois segundos e depois exalar com o máximo esforço. É importante salientar que a CVF começa ao nível da CPT e termina no VR, e geralmente é obtida num intervalo menor que três segundos em crianças normais. Os pacientes com doença obstrutiva podem demorar até 6 segundos para atingir o VR. Através desta manobra obtém-se uma representação gráfica do volume máximo expiratório em função do tempo (Rodrigues *et al.*, 2002). Ainda relativamente à expiração forçada, as manobras de CV podem ser lentas ou rápidas. Numa CV lenta, um paciente com enfisema possui um tempo expiratório aumentado. Numa CVF um indivíduo normal pode exalar 75% da CV no primeiro segundo ( $VEF^1$ ). Pacientes com enfisema frequentemente tem CV muito diminuídas, apenas 40% são preditos (Couto e Ferreira, 2004).
- Volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF^1$ ) – é o volume de ar expirado no primeiro segundo da manobra da CVF. Os indivíduos saudáveis são geralmente capazes de eliminar mais que três quartos da sua CVF no primeiro segundo. Na maioria dos pacientes com doença pulmonar obstrutiva o  $VEF^1$  está reduzido. Nos pacientes com doenças restritivas o seu valor pode estar normal ou reduzido, apesar da CVF estar geralmente reduzida. Uma importante aplicação do  $VEF^1$  em testes funcionais é considerar a sua relação percentual com a CVF ( $VEF^1/CVF$ ). Este parâmetro é denominado índice de *Tiffeneau* e é considerado por vários autores como um teste de alta sensibilidade para deteção de obstrução e classificação da gravidade do fenómeno obstrutivo. A validade dos parâmetros  $VEF^1$  e  $VEF^1/CVF$  depende essencialmente do esforço e da cooperação do paciente (Rodrigues *et al.*, 2002).
- Fluxo expiratório forçado entre os 25-75% da CVF ( $FEF_{25-75\%}$ ) – é a média dos fluxos correspondentes aos volumes situados entre 25% e 75% da CVF e representa fluxos na porção média da CVF. Este parâmetro é independente do esforço, ou seja, não sofre melhoria significativa com a prática ou esforço adicional do indivíduo testado. O  $FEF_{25-75\%}$  é um parâmetro extremamente útil para avaliar a permeabilidade das vias aéreas periféricas, porque representa fluxos de baixos

volumes, nos quais a resistência das pequenas vias aéreas influi consideravelmente. É considerado por alguns autores como o parâmetro mais sensível para avaliação de obstrução, alterando-se precocemente na evolução de patologias pulmonares obstrutivas, e pode ser o único parâmetro alterado em pacientes assintomáticos. Por outro lado, outros autores consideram que, em doenças obstrutivas, ele não acrescenta mais informações do que a avaliação do  $VEF^1$  e da relação  $VEF^1/CVF$ , sendo redundante a sua determinação. Em adição, tem-se questionado sua utilidade diagnóstica em estudos epidemiológicos para rastreamento de patologias de pequenas vias aéreas, em virtude da grande amplitude de variação observada em indivíduos normais (Rodrigues *et al.*, 2002; West, 1990).

- Pico de fluxo expiratório forçado máximo (FEFmáx.) – é o valor máximo de fluxo detetado no espirógrama forçado. O FEFmáx ocorre precocemente na expiração e é dependente da resistência das grandes vias aéreas e do esforço do paciente
- Ventilação Voluntária Máxima (VVM) – é o volume total expirado num intervalo fixo de tempo (geralmente 12 segundos) através de movimentos respiratórios rápidos e forçados. É esforço dependente e apresenta-se reduzida em: doenças obstrutivas, fraqueza muscular, falta de cooperação, etc. Pode estar normal em doenças restritivas, onde o Volume Corrente reduzido é compensado pelo aumento da Frequência Respiratória. A ventilação voluntaria máxima mede a capacidade respiratória máxima do paciente. Reflete a força e resistência dos músculos respiratórios. Este dado é medido com frequência em situações pré-operatórias e para promover inspirações profundas e desobstruir as vias aéreas (Couto e Ferreira, 2004). Tem pouca utilidade em Pediatria, principalmente pela dependência de compreensão e de colaboração do paciente. As medidas obtidas devem ser corrigidas para BTPS (temperatura corporal e pressão atmosférica saturada com vapor de água). Com os dados obtidos no exame, pode-se avaliar o tipo de distúrbio ventilatório e o seu grau em relação aos padrões de referência (Rodrigues *et al.*, 2002).



### 2.2.5.3.2. Valores espirométricos de referência

Um método comum de avaliação dos testes espirométricos é comparar os resultados com valores de referência previamente estabelecidos, obtidos de uma amostra estatisticamente representativa da população considerada normal (ATS, 1995). Para cada um dos parâmetros obtidos para a população, é possível calcular-se a média, o desvio padrão e os coeficientes de variação intra-individual e inter-individual, considerando-se altura, sexo e raça (Schwartz *et al.*, 1988). Estes coeficientes são importantes nas avaliações efetuadas no mesmo dia ou em dias diferentes. Na prática, os valores previstos podem ser obtidos de equações calculadas a partir de curvas de regressão dos parâmetros estudados, considerando-se altura e sexo. Habitualmente, os valores obtidos nos testes espirométricos são expressos em percentagens dos valores previstos para altura e sexo. Para comparar os valores obtidos com os valores previstos para altura e sexo, com a finalidade de identificar resultados dentro ou fora dos valores padrão, três métodos diferentes são preconizados na literatura (Pereira, 1996) para estabelecer os limites inferiores da normalidade: 1. O de considerar a média dos valores de referência menos dois desvios padrões; 2. O de utilizar o quinto percentil; 3. O de considerar valores percentuais fixos relacionados ao quinto percentil, e individualizados para cada parâmetro espirométrico.

Segundo as normas para a seleção de valores de referência e interpretação de provas espirométricas publicadas pela ATS (1995), o quinto percentil é considerado como o melhor critério para o limite inferior da normalidade. O seu valor pode ser calculado diretamente nos dados da população de referência, sendo que os valores inferiores serão interpretados como anormais. Se o parâmetro tiver individualmente uma distribuição gaussiana, o valor do quinto percentil poderá ser estimado frequentemente como limite inferior da normalidade, que é igual ao valor previsto menos 1.645 vezes o desvio padrão do estimado. Se o desvio padrão é proporcional à média dos valores previstos, tal como pode acontecer em crianças, o quinto percentil pode ser estimado como uma proporção constante da medida prevista, ou seja, um percentual do previsto.

As normas da ATS (1995) admitem que a utilização de uma percentagem fixa dos valores previstos como limite inferior da normalidade, apesar de ser criticável para adultos, pode ser aceite em crianças e adolescentes, sendo um método consagrado e prático na avaliação espirométrica pediátrica. Desta forma, tal como referido por vários

autores e em conformidade com os critérios da ATS (1995), considera-se o valor de 80%, com relação aos valores previstos para altura e sexo, como limite inferior da normalidade para os parâmetros: PFE (PEF), CVF (FVC), VEF (FEV<sup>1</sup>) e relação VEF<sup>1</sup>/CVF.

Verificou-se que para o FEF<sub>25-75%</sub> o limite inferior de 70% da média dos valores previstos é a percentagem fixa mais adequada para utilização em crianças. No quadro (2) estão especificados os limites inferiores percentuais de normalidade aceites na literatura para crianças e adolescentes (ATS, 1995).

Quadro 2. Limites inferiores percentuais de normalidade com relação aos valores previstos para altura e sexo para crianças e adolescentes (ATS, 1995).

Parâmetros	Limites inferiores percentuais
PFE	80%
CVF	80%
VEF <sup>1</sup>	80%
VEF <sup>1</sup> /CVF	80%
FEF <sub>25-75%</sub>	70%

### 2.2.5.3.3. Definição do Padrão Ventilatório.

Segundo normas estabelecidas pela *American Thoracic Society* (1995) e esquematizado por Pereira *et al.* (1996).

- Os distúrbios ventilatórios obstrutivos (DVO) são caracterizados por redução desproporcional dos fluxos máximos em relação ao volume que pode ser eliminado. Os principais índices para a caracterização do DVO são o VEF<sup>1</sup> e a razão VEF<sup>1</sup>/CVF. Pacientes sintomáticos que apresentam VEF<sup>1</sup> normal e VEF<sup>1</sup>/CVF reduzida podem ser classificados como portadores de DVO. Quando o FEF<sub>25-75%</sub> for o único parâmetro alterado, o distúrbio deve ser considerado leve independentemente do grau de redução (ATS, 1995; Perreira *et al.*, 1996).
- Os distúrbios ventilatórios restritivos (DVR) são caracterizados pela redução da CPT, que não pode ser medida na espirometria. Quando a CV e a CVF estão reduzidas na presença de razão VEF<sup>1</sup>/CVF normal ou elevada, o DVR pode ser inferido. Muitos pacientes em espirometrias com padrão restritivo não possuem doença pulmonar restritiva ou seja, têm CPT normal ou elevada. O diagnóstico de maior precisão deve ser efetuado com medidas

dos volumes pulmonares (ou pletismografia) (ATS, 1995; Perreira *et al.*, 1996).

- Distúrbios ventilatórios mistos são caracterizados pela presença de obstrução e restrição simultaneamente. Deve-se excluir a possibilidade de DVO com redução da CV (por obstrução e retenção de ar). O diagnóstico de certeza deve ser feito com a medida dos volumes pulmonares mas, se após a administração de broncodilatador ocorrer normalização da CV, o distúrbio restritivo está afastado (ATS, 1995; Perreira *et al.*, 1996).

Quadro 3. Caracterização do padrão ventilatório causado por distúrbios obstrutivos e restritivos através da espirometria.

Parâmetros	Tipo de padrão Ventilatório	
	Obstrutivo	Restritivo
CVF	normal ou reduzida	reduzida
VEF <sup>1</sup>	reduzido	normal ou reduzido
VEF <sup>1</sup> /CVF	reduzida	normal ou aumentada
FEF <sub>25-75%</sub>	reduzido	normal, reduzido ou aumentado

#### 2.2.5.3.4. Classificação espirométrica

Segundo normas estabelecidas pela *American Thoracic Society* (1995) o padrão ventilatório obstrutivo em indivíduos adultos pode ser categorizado em níveis da função percentuais, tal como esquematizado no quadro (4).

Quadro 4. Classificação do padrão ventilatório obstrutivo.

Classificação*	CVF	VEF <sup>1</sup>	VEF <sup>1</sup> / CVF
	(%)	(%)	x100
Normal (em geral)**	80	80	> 70
Distúrbio leve	0-79	0-79	60-69
Distúrbio moderado	1-59	1-59	41-59
Distúrbio grave	50	40	< 40

Segundo normas da ATS e esquematizado por Pereira *et al.*

(\*) Se houver discordância entre os graus, o distúrbio deve ser classificado pelo grau mais acentuado.

(\*\*) Os limites da normalidade são variáveis e devem ser estabelecidos individualmente.

Segundo as normas da *American Thoracic Society* (1995) a associação dos parâmetros  $VEF^1$  e  $VEF^1/CVF$  é o melhor critério para a classificação do padrão ventilatório obstrutivo. Admite-se ainda que, quando houver discordância entre os graus com base no  $VEF^1$  e na relação  $VEF^1/CVF$ , o padrão deverá ser classificado pelo grau mais acentuado. Considera-se ainda que, quando o  $VEF^1$  e a relação  $VEF^1/CVF$  são normais, com valores concomitantes do  $FEF_{25-75\%}$  abaixo de 70%, o padrão deverá ser classificado como leve (Rodrigues *et al.*, 2002).

Os resultados dos testes de função pulmonar são frequentemente utilizados pela comunidade médica para diagnosticar doenças pulmonares ou componentes característicos das doenças pulmonares. Um componente restritivo descreve as condições que limitam a quantidade de volume pulmonar (restrição à inspiração). Um padrão obstrutivo é relativo aos distúrbios expiratórios dos fluxos aéreos e padrões característicos de obstrução, tal como na mensuração do volume expirado no primeiro segundo ( $VEF^1$ ) (Couto e Ferreira, 2004).

As doenças têm um efeito marcante sobre a função pulmonar, ainda que o volume corrente permaneça frequentemente em 10% da capacidade pulmonar total (até em casos de doença pulmonar severa) (Castille, 1998). A reserva pulmonar fisiológica, no padrão obstrutivo e restritivo, é limitada e geralmente afeta a resposta do paciente ao exercício. O exercício será mais limitado pelo estado ventilatório do que pela condição cardíaca (West, 1990). À medida que a doença pulmonar obstrutiva evolui, a CPT, CRF e VR aumentam (Couto e Ferreira, 2004). Na DPOC severa o aumento da CRF pode comprometer a CV. Há um maior gasto energético para a respiração quando comparado à respiração de um indivíduo normal. Este efeito pode aumentar desproporcionalmente diante de atividades mínimas. Na doença pulmonar restritiva, a restrição da parede torácica ou do tecido pulmonar pode produzir uma diminuição da CPT. Uma CV de 80% ou menos do valor predito para um paciente é considerado uma característica diagnóstica. Uma redução da CRF potencializa o fechamento de pequenas vias aéreas (Schramm e Grutein, 1990; Taussig *et al.*, 1980).

## 2.2.6. Capacidade e Função Cardiorespiratória

O Colégio Americano de Medicina Desportiva atribui à atividade física enorme significado na prevenção de doenças crônicas, doenças cardiovasculares, na diabetes *millitus*, para além dos incrementos com efeito benéfico para a saúde (ACSM, 2005). A capacidade aeróbia é relatada como componente preponderante na redução dos riscos da mortalidade e comorbilidades associadas às doenças cardiovasculares (Blair *et al.*, 1989). O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx}$ ) é o parâmetro que melhor expressa a capacidade cardiorespiratória dos indivíduos bem como as respostas metabólicas ao exercício físico (Weston *et al.*, 2002). O  $VO_{2máx}$  reproduz a capacidade funcional dos pulmões, do sistema cardiovascular e da capacidade mitocondrial das células musculares (Sutton, 1992).

### 2.2.6.1. Consumo Máximo e Pico do consumo de Oxigénio.

Neder *et al.* (2003) definem consumo de oxigénio ( $VO_2$ ) como a capacidade que o organismo tem para captar (sistema respiratório), transportar (sistema cardiovascular) e utilizar (sistema muscular) oxigénio. O  $VO_2$  pode ser expresso tanto em valores absolutos (ml/min) ou relativos (ml/kg/min). De acordo com Astrand *et al.* (2003) o  $VO_{2máx}$  é definido como o máximo consumo de oxigénio que um sujeito pode alcançar durante o exercício físico solicitando os grandes grupos musculares enquanto respira ao nível do mar, exercício esse que pode variar de 2 até 6 minutos, dependendo do exercício físico realizado. Em relação aos fatores limitadores do  $VO_{2máx}$ , podem ser mencionadas duas teorias, a teoria das limitações periféricas e a teoria das limitações centrais. Defendendo a hipótese de que a limitação será periférica, Eriksson *et al.* (1971), afirmam que os resultados que obtiveram nas suas investigações sugerem que o coração e a circulação central não limitam o  $VO_{2máx}$ , mas que a capacidade de consumo de oxigénio no músculo pode ser um fator limitante do  $VO_{2máx}$ . No entanto Green e Patla (1992) constatam que o consumo de oxigénio no músculo não é um fator limitativo do  $VO_{2máx}$ , mas que o principal fator limitante é a distribuição de oxigénio até ao músculo em contração.

Rowland (1985) refere que as crianças possuem um  $VO_2$  consideravelmente alto, com valores variando entre 48 e 58 ml/kg/min, e sendo importante referir que indivíduos adultos saudáveis apresentam valores médios por volta de 42 ml/kg/min. De acordo com o mesmo autor, atletas adolescentes de alto nível apresentam  $VO_2$  aproximadamente 20% maiores que as não atletas, tal diferença é muito pequena, se compararmos com atletas adultos que podem apresentar  $VO_{2máx}$  até cerca de 100% maior que os indivíduos sedentários (Rowland, 1985).

Nas crianças o  $VO_{2max}$  aumenta desde cedo. Até aos 12 anos não existem diferenças significativas entre rapazes e raparigas mas após essa faixa etária, nos rapazes aumenta (Armstrong *et al.*, 2000). Cooke *et al.* (1991) referem que pré-adolescentes treinados têm consumos máximos de oxigénio por quilograma de massa corporal, idênticos aos de indivíduos adultos, estas descobertas podem estar na origem da hipótese que defende que não existem diferenças na produção de trabalho externo quando comparamos adultos e crianças. Contudo, para uma determinada velocidade de corrida as crianças utilizam mais  $O_2$  por quilograma de massa corporal (Davies, 1980).

As crianças apresentam uma boa eficiência no transporte de  $O_2$  durante os exercícios submáximos e máximos. Quanto menor a idade da criança maior a ventilação pulmonar de forma a se obter uma resposta eficaz às necessidades metabólicas (Armstrong, 1993).

O  $VO_{2máx}$  quando referido em termos absolutos na unidade de litros/minuto define a quantidade, em litros, de  $O_2$  consumido por unidade de tempo (Heyward, 1997). Quando o objetivo é avaliar o crescimento dos sujeitos, torna-se importante que o  $VO_2$  seja expresso em valores absolutos, pois com o crescimento aumentam as necessidades energéticas no organismo sendo o aumento do  $VO_2$  absoluto uma consequência do aumento das necessidades de  $O_2$  (Bar-Or, 1996). O mesmo autor refere que os valores absolutos são também um bom indicador da *performance* aeróbia.

Quando se pretende avaliar o  $VO_{2máx}$  um dos critérios descritos na literatura (Armstrong *et al.*, 2000) é o da estabilização do  $VO_2$  durante um teste máximo de esforço (ocorrência de *plateau*). Esta estabilização verifica-se, em alguns sujeitos, mesmo com o aumento da intensidade do exercício. Quando não se verifica

estabilização é registando apenas o valor máximo de  $VO_2$  alcançado, sendo este valor máximo designado de pico de consumo de oxigénio  $VO_{2pico}$ . Nas provas de esforço em crianças não se verifica habitualmente o estado de estabilização, tendo a maioria dos autores considerado o valor do pico de  $VO_2$  (Heyward, 2006; Rowland, 2005; Bar-Or 2004; Armstrong *et al.*, 2000; Sargeant, 1989; Bar-Or, 1996).

O  $VO_{2pico}$  deve ser considerado como o indicador mais preciso da condição da capacidade aeróbia das crianças. No entanto este deve ter em conta a massa corporal dos indivíduos (Armstrong *et al.*, 2000). Indivíduos mais jovens tendem a apresentar valores iniciais de  $VO_{2pico}$  mais elevados em relação aos adultos (Baquet *et al.*, 2002), esta diferença pode ser atribuída a maior capacidade das crianças em utilizar oxigénio como substrato energético, provavelmente devido a uma maior quantidade de fibras musculares esqueléticas tipo I, maior densidade mitocondrial, maior concentração e atividade de enzimas oxidativas e maior rede capilar (Wilmore e Costill, 1999; McArdle *et al.* 1996). Para Janz *et al.* (2002), outro fator que pode explicar o maior  $VO_{2pico}$  em crianças, é o facto de entre os 7 e 12 anos de idade, elas tenderem a ser mais ativas fisicamente, o que de alguma forma, proporcionaria uma melhoria no sistema de captação de oxigénio. Crianças ativas ou incorporadas em programas de treino aeróbio apresentam maiores valores de  $VO_{2máx}$  em idades adultas (Baquet *et al.* (2002).

Evidências sugerem que os melhores resultados aeróbios são encontrados em indivíduos, após a adolescência, pela interação dos fatores responsáveis por uma elevada aptidão cardiorespiratória, tais como: aumento da massa magra; maior capacidade de transportar oxigénio; maior débito cardíaco e melhoria na capacidade de diferenciação e recrutamento das fibras musculares. Estas alterações estão relacionadas tanto ao processo maturacional quanto aos efeitos que advêm do treino (Naughton *et al.*, 2000).

#### **2.2.6.2. Capacidade Aeróbia e Anaeróbia em crianças, respostas e adaptações metabólicas ao exercício.**

A capacidade aeróbia pode ser definida como a capacidade de fornecer oxigénio aos músculos e de utilizá-lo para produzir energia durante a atividade física. A capacidade aeróbia depende, fundamentalmente, das componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos, do fornecimento de oxigénio e dos mecanismos oxidativos do músculo em exercício. O metabolismo aeróbio, também denominado

oxidativo, está relacionado diretamente com a capacidade que os tecidos metabolicamente ativos (musculatura esquelética) têm para atender às necessidades de ATP durante o exercício, por meio das reações em cadeia do ciclo de *Krebs* e da cadeia de transporte de elétrões que se processam nas mitocôndrias celulares (Wilmore e Costill, 1999). Os fatores que caracterizam uma elevada capacidade oxidativa tecidual periférica são: 1) maior quantidade de fibras musculares esqueléticas do tipo I (oxidativas); 2) maior densidade mitocondrial celular; 3) maior concentração e atividade de catálise das enzimas oxidativas e 4) maior densidade capilar.

O  $VO_{2máx}$  é amplamente reconhecido como a melhor medida para definir a capacidade aeróbia em todas as classes etárias (Astrand e Rodhal, 1996). De facto, durante o esforço físico com aumento progressivo da carga de trabalho, a produção de energia, em intensidades até aproximadamente 50 a 60% do pico de consumo de oxigénio ( $VO_{2pico}$ ), provém predominantemente do metabolismo aeróbio. Mas, com o aumento da solicitação metabólica, mediante aumento da intensidade de esforço físico, o metabolismo anaeróbio passa a suplementar a produção aeróbia de energia (Kindermann *et al.* 1979; Wasserman *et al.*, 1999).

A produção de energia anaeróbia é um processo importante, pois muitas das atividades realizadas por crianças envolvem ações de elevado dispêndio energético num curto espaço de tempo, (por exemplo *sprints*), ao contrário de atividades de intensidade moderada por períodos mais prolongados (Malina, 1991). As necessidades energéticas da criança em exercício, nem sempre podem ser atendidas pela predominância das propriedades oxidativas do tecido muscular em atividade, isto quando, os mecanismos de produção de energia anaeróbia devem permitir e suportar a realização dessas tarefas. De facto, as crianças apresentam menor capacidade anaeróbia em relação ao verificado em indivíduos adultos (Boisseau e Delamarche, 2000), não sendo possível identificar um fator morfológico, fisiológico ou bioquímico isolado que determine essa menor capacidade de desempenho sob condições de anaerobiose. A menor eficiência anaeróbia observada em crianças advém da interação desses fatores, a partir dos quais é possível efetuar algumas especulações: 1) diferenças no padrão de recrutamento das unidades motoras (Boisseau e Delamarche, 2000; Vinet *et al.*, 2002; Rowland, 1997) 2) diferenças na quantidade e tipo de fibras musculares esqueléticas (Boisseau *et al.*, 2000; Lexell *et al.*, 1992) 3) níveis mais baixos de glicogénio intramuscular (Eriksson *et al.*, 1971) 4) reduzida atividade das enzimas glicolíticas mais importantes, tais como, a fosfofrutoquinase e a lactato desidrogenase (Boisseau e Delamarche; Eriksson *et al.*, 1973; Malina *et al.*, 1991) e 5) evidências sugerem que parte da melhoria observada no desempenho



anaeróbio em crianças, à medida que crescem, deve-se ao aumento da mielinização das fibras nervosas no córtex motor (Wilmore, 1999), melhorando desse modo a coordenação e ativação das unidades motoras (Mercier *et al.*, 1992).

Os autores Boisseau e Delamarche (2000) referem ainda, que a maturação é um dos fatores que mais influenciam o limiar anaeróbio (LA). Com a maturação sexual, pode observar-se um aumento dos níveis de testosterona, que tem influência na musculatura esquelética, aumentando a quantidade relativa de fibras musculares do tipo II, bem como a atividade da enzima fosforilase, que é um indicador da capacidade glicolítica. Após o aumento dos níveis de testosterona, verifica-se um aumento da capacidade anaeróbia em consequência do aumento da capacidade de produção e de remoção de lactato (Boisseau e Delamarche, 2000).

Atomi *et al.* (1987) observaram que a área percentual das fibras musculares oxidativas (tipo I) é maior em crianças antes da puberdade, quando comparada à das fibras musculares glicolíticas (tipo II). Além disso, existem evidências em estudos transversais de que crianças possuem uma alta percentagem de fibras musculares oxidativas em relação às fibras musculares glicolíticas, ao comparar com adultos, sugerindo a possibilidade de mudança através de uma maior participação das fibras musculares glicolíticas com o avançar da idade (Lexell *et al.*, 1992). Também Eriksson *et al.* (1973) dentro de um outro espectro referem que o glicogénio intramuscular em crianças é cerca de 50% a 60% da concentração de indivíduos adultos. Eriksson e Saltin (1974) observaram em crianças com média de idade de 11,6 anos uma concentração de glicogénio intramuscular por volta dos 54 mmol/kg, e em crianças com média de idade de 12,6; 13,5 e 15,5 anos os níveis desse substrato energético foram de 70, 69 e 87 mmol/kg, respetivamente. Noutra investigação, Eriksson *et al.* (1971) verificaram uma atividade de catálise cerca de 50% mais baixa para a enzima fosfofrutoquinase em crianças pré-adolescentes, em relação ao observado em indivíduos adultos. Confirmando essa imaturidade glicolítica observada em crianças, é sabido que elas apresentam menor taxa de conversão do glicogénio muscular em lactato para refosforilação do ADP em ATP, durante atividades de carácter tanto de predomínio aeróbio quanto anaeróbio. A quantificação da influência dos aspetos maturacionais biológicos sobre o metabolismo energético infantil pode ser analisada por meio da espectroscopia por ressonância nuclear magnética de fósforo. Zanconato *et al.* (1993) verificaram que as crianças apresentam um menor aumento na relação entre fosfato inorgânico/creatina fosfato (Pi/CP) e menor diminuição do pH intramuscular, em relação ao observado em indivíduos adultos, sugerindo que as crianças apresentam menor capacidade de ativação da refosforilação do ATP através das vias anaeróbias (aláctica e láctica) durante o exercício físico de alta intensidade.

Haralambie (1982) verificou que as enzimas oxidativas do ciclo de *Krebs* (isocitrato desidrogenase, fumarase e malato desidrogenase) apresentam uma atividade de catálise mais elevada em crianças, quando comparadas aos adultos. Apesar de Bell *et al.* (1980) relatarem uma relação entre volume mitocondrial e volume miofibrilar similar entre crianças pré-adolescentes e indivíduos adultos. Zanconato *et al.* (1993) verificaram que as crianças apresentam uma taxa elevada de fosforilação oxidativa durante exercícios intensos, atribuindo esse facto tanto à maior densidade capilar como à maior densidade mitocondrial. Boisseau e Delamarche (2000) observaram que, para uma determinada intensidade submáxima de exercício, crianças pré-adolescentes apresentam valores significativamente menores de quociente respiratório (razão da troca respiratória) em relação a indivíduos adultos. Esses dados sugerem que as crianças são mais adaptadas para a utilização dos lípidos como substrato energético durante o exercício a intensidade constante, o que pode estar associado a uma maior capacidade metabólica, isto é maior densidade mitocondrial e maior concentração e atividade das enzimas oxidativas, (Boisseau e Delamarche, 2000; Wilmore e Costill, 1999).

Num estudo longitudinal realizado por Baquet *et al.* (2002) em que as crianças realizavam um programa de treino durante 7 semanas, concluíram que o programa produziu adaptações agudas e melhorou o  $VO_{2\text{pico}}$  absoluto e relativo das crianças. A percentagem de melhoria, cerca de 10%, é menor do que a encontrada em indivíduos adultos e segundo os mesmos autores pode ser parcialmente explicada pelos maiores valores iniciais encontrados em crianças e adolescentes, o que contribui eventualmente para uma menor taxa de variação. Segundo os autores uma vez que o nível inicial de  $VO_{2\text{máx}}$  na criança se encontra elevado, a taxa de variação é menor, e menor será a margem de evolução que o treino pode induzir. Desta forma, parece haver uma menor taxa de treinabilidade aeróbia durante o crescimento no período pubertário. Também Bar-Or (1989) sugere que a treinabilidade das crianças anteriormente à puberdade é menor que a esperada e indica poucas alterações no  $VO_{2\text{máx}}$ .

Segundo Yoshizawa *et al.* (1990) não é claro o efeito do período de treino sobre a melhoria da capacidade aeróbia, argumentando que no seu estudo longitudinal de 18 meses de treino, verificaram uma melhoria de 18% no  $VO_{2\text{pico}}$ , valor similar ao reportado por Wenger *et al.* (1986) num período de treino de apenas 4 semanas. Estes resultados eventualmente permitem uma interpretação de que o período total de treino não parece ser um factor decisivo na melhoria da aptidão cardiorespiratória das crianças.

Borms (1986) sugere que o efeito positivo do treino de resistência no  $VO_{2máx}$  não aparenta resultados consistentes em estudos com crianças, apesar de as crianças apresentarem evoluções no que respeita à performance em corrida, o  $VO_{2máx}$  mantém-se na maioria das situações inalterado. Esta constatação é fundamentada pelo autor através das adaptações que levam a melhorias do estilo de corrida tornando a corrida mais económica. Outra explicação possível passa pela melhoria da capacidade anaeróbia, apesar do programa em questão ser considerado aeróbio. As evidências atuais (Armstrong, 2009) sugerem que existem alterações na potência aeróbia e anaeróbia, relacionadas com a idade e sexo, as quais não são sincronizadas e indicam que ambos os sexos, podem experimentar um aumento mais marcado no metabolismo anaeróbio do que aeróbio, à medida que passam da infância para a adolescência, até à fase de adulto jovem. Para Bar-Or (1983), outro facto que pode explicar a menor magnitude de alterações no  $VO_{2máx}$  das crianças, advém do facto de o grupo de controlo, neste tipo de estudo, ser constituído normalmente por crianças que durante o período em que não praticam exercício controlado (em relação ao grupo experimental), serem crianças ativas nos seus tempos livres.

Bangsbo (2007) refere que as crianças são adaptáveis ao treino aeróbio mas que o estímulo de treino tem de ser suficiente para que se processem adaptações. Contudo, como já referido anteriormente, antes e durante a puberdade as crianças têm um desenvolvimento natural do seu desempenho aeróbio, sendo que as crianças obtêm uma melhoria física significativa ao participar em atividades lúdicas com regularidade.

Segundo Wenger e Bell (1986) os programas de treino devem ser estruturados de forma correta, com uma relação harmoniosa entre a intensidade do exercício, a duração e o período de recuperação, é também importante ter em conta a duração total do período de treino bem como a frequência das sessões de treino e a aptidão física inicial que a criança apresenta.

### **2.2.6.3. Respostas Cardiovasculares ao exercício.**

A literatura refere que os parâmetros cardiovasculares, tais como frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (Q) e diferença arteriovenosa de oxigénio ( $a-vO_2$ ), apresentam, nas crianças, um comportamento diferenciado tanto a

níveis máximos como submáximos de esforço, em relação ao observado em indivíduos adultos (Rowland 1996; Turley e Wilmore, 1997).

As crianças podem apresentar um débito cardíaco durante o exercício, 3 a 4 vezes superior ao de repouso. Por possuir um coração de menores dimensões e uma menor área de superfície corporal quando comparado com os adultos, as crianças têm uma menor volémia. Para responder às necessidades metabólicas o ritmo cardíaco aumenta de forma considerável e é mais elevado que o dos adultos (Bar-Or e Rowland, 2004). No que se refere à FC, tal como nos adultos, esta aumenta com a intensidade do exercício (Rowland, 2005).

O débito cardíaco (Q), das crianças aumenta no início do exercício físico, ou no momento em que se transita para o nível mais elevado de esforço. Um novo estado de equilíbrio (*plateau*) é estabelecido dentro de poucos minutos. Tipicamente as crianças apresentam valores de VS inferiores e FC mais elevadas quando em comparação com adultos. O resultado é um Q mais reduzido em cada nível metabólico (Bar-Or, Shephard e Allen, 1971).

As respostas do VS ao exercício submáximal são mais seguras e demonstram que em exercício bípede o aumento progressivo da intensidade promove o aumento do VS em cerca de 40 a 60% do  $VO_{2\text{ pico}}$  (Eriksson *et al.*, 1971). Para Rowland (1996), o menor VS observado em crianças tanto no repouso como durante o exercício físico está estreitamente relacionado aos aspetos morfológicos (menor volume cardíaco e menor volume sanguíneo) e não aos funcionais, conforme postulado por outros autores (Turley, 1997)

Eriksson *et al.*, (1971), identificaram um aumento do débito cardíaco (Q) quando os sujeitos passavam do repouso para o exercício, mas os valores absolutos de Q para um dado consumo de  $O_2$  em jovens do sexo masculino de 13 e 14 anos foram de 1-2 l/min mais baixo do que quando observados os valores obtidos por adultos do sexo masculino. Na mesma linha de investigação, Turley e Wilmore (1997), observaram que o débito cardíaco para um dado  $VO_2$  foi de 1,0 a 2,9 l/min mais baixo em crianças, em relação ao verificado em indivíduos adultos ao realizarem exercício tanto em cicloergómetro como em passadeira rolante, respetivamente. Segundos os mesmos investigadores, esses resultados devem-se ao menor volume cardíaco, assim como ao menor volume sistólico das crianças.

Os poucos dados disponíveis são consistentes e indicam que o Q aumenta com a idade, com valores que podem variar entre 12,5 e 21,1 l/min em indivíduos do sexo masculino e entre 10,5 a 15,5 l/min no sexo feminino, num intervalo que pode variar entre os 9 e os 20 anos de idade (Armstrong e Welsman, 2000). O aumento no  $VO_{2\text{ pico}}$

com a idade durante a infância e adolescência é aparentemente devido a um aumento no volume sistólico e conseqüentemente no débito cardíaco. A diferença de oxigênio arteriovenoso ( $a-vO_2$ ) pode aumentar com a idade, contudo observações adicionais da distribuição de oxigênio e do metabolismo oxidativo ao  $VO_{2\text{pico}}$  podem ainda depender do avanço tecnológico das técnicas não invasivas (Armstrong e Welsman, 2000).

As explicações são especulativas mas considerando que não existem evidências de diferenças entre sexos, na FC, bem como na diferença arteriovenosa de  $O_2$ , Armstrong e Welsman (2000) afirmam que o VS é maior nos rapazes que nas raparigas. A grande diferença de massas musculares na puberdade contribui para o aumento progressivo dessas diferenças entre gêneros em relação ao  $VO_{2\text{pico}}$ , o que facilita o consumo de  $O_2$  durante o exercício físico e favorece o retorno venoso aumentando o VS (Rowland, Martel e Ferrone, 2000).

De acordo com Wilmore e Costill, (1999) devido ao menor tamanho do coração e ao menor volume total de sangue, as crianças apresentam um menor volume de ejeção sistólico em comparação com sujeitos adultos, tanto em repouso como em situação de exercício. Deste modo, numa tentativa de compensação, a resposta da frequência cardíaca (FC) da criança a uma determinada taxa de trabalho submáximo é maior do que a verificada no adulto.

A frequência cardíaca aumenta de um modo linear com a taxa de esforço e o consumo de oxigênio durante o exercício dinâmico (ACSM, 1998). Terreros *et al.* (2003) referem que, a elevação da FC é linear ao esforço até intensidades quasi-maximais. Os valores muito elevados da frequência cardíaca (200 bpm), o tempo de solicitação ventricular pode ser insuficiente, prejudicando assim o débito cardíaco, já que o coração em cada batida pode não bombear a quantidade de sangue necessária, porque o tempo de fornecimento é insuficiente. Na resposta ao exercício progressivo, jovens atletas apresentam um padrão semelhante de aumento linear em relação ao observado em adultos, porém as crianças possuem valores mais elevados de FC tanto em repouso como para a mesma intensidade relativa de esforço (figura 2). Washington *et al.* (1994) referem que as crianças compensam o facto de terem um coração e um volume sistólico mais pequeno com um aumento da frequência cardíaca a uma suposta taxa de esforço, o que faz com que apresentem valores de FC mais elevados que os adultos.

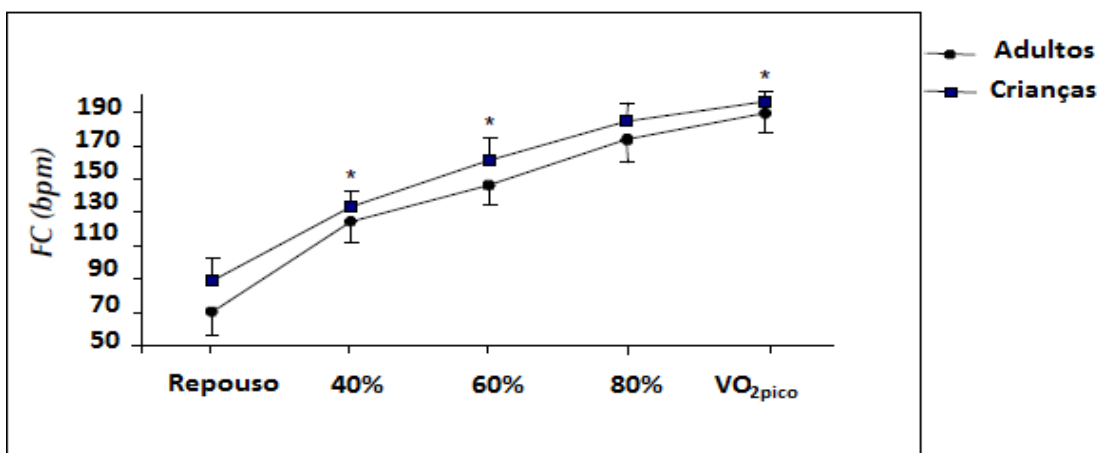


Figura 2. Cinética da frequência cardíaca em crianças e adultos durante o exercício físico progressivo. Adaptado de Vinet *et al.* (2002).

Metabolicamente, tal padrão pode estar associado a uma maior acumulação de subprodutos observado em jovens, o que leva a uma maior ativação dos quimiorreceptores periféricos, que por sua vez, estimulam as regiões bulbares a aumentar estímulos aferentes simpáticos, que elevam a FC. Pensa-se, que esta maior acumulação de metabólitos esteja relacionada com uma menor quantidade absoluta de massa muscular envolvida na contração, a mesma resposta ocorre, quando uma maior FC cardíaca é observada na realização de um exercício que solicita grupos musculares mais pequenos (Tukey e Wilmore, 1997).

De acordo com Roberts (2007) quanto mais jovem o indivíduo for, menor é sua capacidade de dissipação do calor corporal (capacidade de termólise), devido à maturação incompleta dos mecanismos de sudorese, perdendo muito mais calor corporal (Delamarche 1990). Deste modo, ocorre um aumento do fluxo sanguíneo para a pele à custa do volume sanguíneo central, o que contribui para a maior FC observada nesta população. Os autores McCraty *et al.* (1996) referem que o *stress* emocional pode alterar a FC em crianças, independentemente do género sexual e do estado maturacional. A FC pode também sofrer alterações devidas ao *stress* climático, de acordo com Montain *et al.* (1994) (quadro 5). Os autores, Bar-Or *et al.* (1971), referem que as respostas do sistema circulatório ao exercício sub-máximo de crianças de 10 a 13 anos são muito semelhantes às respostas dos adultos, mas as crianças apresentam um débito cardíaco inferior e uma diferença (a-vO<sub>2</sub>) superior à dos adultos. A FC<sub>máx</sub> que uma criança ou adolescente pode alcançar varia entre as 195 e as 215 bpm e começa a diminuir com o aumento da idade mas só após atingir a

maturidade. Esta diminuição é independente do género, do nível de condição física ou de outras razões ambientais. É equivalente a alterações de 0.7-0.8 bpm por ano (Armstrong e Welsman, 2000); Bar-Or, 1983; Rowland e Cunningham, 1997). Assim que o  $VO_{2máx}$  é alcançado, aumentos no  $VO_2$  das crianças são encontrados, mais por via do aumento da frequência cardíaca devido à diferença ( $a-vO_2$ ) alcançar um valor máximo. Inversamente, os adultos realizam um esforço maximal a uma diferença ( $a-vO_2$ ) relativamente mais baixa que as crianças e aumenta a capacidade de  $VO_2$  na medida em que o  $VO_{2máx}$  é alcançado (Rowland, 1993).

Quadro 5. Fatores que influenciam a Frequência Cardíaca durante o exercício em crianças e adolescentes (Bar-Or, 1983).

	<b>FC (exercício submáximo)</b>	<b>FC máxima</b>
Idade	Jovens > Adultos	Sem efeito
Género	Feminino > Masculino	Sem efeito
Tecido adiposo	Obeso > Peso normal	Sem efeito
Stress climático	(+)	Sem efeito
Stress emocional	(+)	Sem efeito
Massa muscular ativas	Inferior > Maior	Pequena > Grande
Posição Corporal	Em pé > Deitado	Em pé > Deitado
Condicionamento	(-)	Sem efeito ou ligeiramente (-)
Descondicionamento	(+)	Sem efeito
Aclimatização ao calor	(-)	Sem efeito

>Superior; (-) diminui; (+) aumenta

O género feminino apresenta frequências cardíacas mais elevadas que o género masculino a um determinado nível de exercício submáximo (quadro 5). Esta diferença é frequentemente atribuída ao facto o género feminino apresentar níveis de hemoglobina inferiores. Contudo, uma FC mais elevada é também encontrada em pré-adolescentes do género feminino, as quais não apresentam diferenças ao nível da concentração de hemoglobina no sangue quando comparadas com o género masculino da mesma idade e também em idades mais jovens (Bar-Or *et al.*, 1973).

Alves (2002) afirma que a FC é um instrumento de avaliação e prescrição da intensidade do exercício, sendo assim, importa ter em conta que esta variável pode ser influenciada por diversos fatores, nomeadamente o tipo de exercício realizado. Dados da FC pico de diversos estudos realizados apresenta um espectro temporal amplo (quadro 6).

Quadro 6. Frequência cardíaca pico em crianças e adolescentes em estudos anteriormente realizados. Adaptado de Washington *et al.* (1994)

Autor / Ano	Idade	População	Género	FCpico	Protocolo
Astrand (1952)	7-9	Escandinava	Masculino	208	Cicloergometro
	7-9		Feminino	211	
	10-11		Masculino	211	
	10-11		Feminino	209	
	12-13		Masculino	205	
	12-13		Feminino	207	
Goldberg (1966)	6-16	EUA	Masculino	194±4	Contínuo, Ciclo ergómetro
			Feminino	193±8	
Wilmore (1967)	7-9	EUA	Feminino	195	Intermitente, multi estágios e ciclo ergómetro
	10-11		196		
	12-13		194		
Shepard (1969)	11-13	Canadá	Ambos	193	Contínuo, progressivo e passadeira
Eriksson <i>et al.</i> (1971)	6-15	Escandinava	Masculino	200.5±2.9	Contínuo, Ciclo ergómetro
Hermansen (1971)	10-12	Escandinava	Masculino	205,9-206.6	
Skinner (1971)	6-15	EUA	Masculino	197,7-200.9	Contínuo, progressivo e passadeira
			Feminino	203,0-203,5	
			Masculino	199,1	Intermitente, multi estágios e passadeira
			Feminino	202,7	
Wilmore (1974)	8-12	EUA	Masculino	196,8±7.7	
Cumming (1977)	5-16	Canadá	Masculino	170±17	Intermitente, graduado, ciclo supino
			Feminino	174±11	
Cumming (1978)	4-18	Canadá	Ambos	193-206	Bruce e passadeira
Lock (1978)	5-16	EUA	Ambos	142±4.9	Submáximal e ciclo supino
Riopel (1979)	4-21	EUA, brancos	Masculino	179-186	Balke modificado e passadeira
			Feminino	181-194	
		EUA, pretos	Masculino	183-192	
			Feminino	187-199	
James (1980)	5-33	EUA 95% brancos + 5% pretos	Ambos	187-199	Contínuo, progressivo e passadeira
Alpert (1982)	6-15	EUA, brancos	Masculino	188-194	Contínuo, e Ciclo Ergómetro
			Feminino	185-195	
		EUA, pretos	Masculino	191-194	
			Feminino	194-195	
Wilmore (1982)	13-15	EUA	Masculino	202,1±8,5	
Massicote <i>et al.</i> (1985)	10-17	Canadá	Masculino	194,5±6,9 até 200,4 ± 6,1	Progressivo e Ciclo ergómetro
			Feminino	193,4±6,3 até 200,9 ±5,1	
Mahon e Vaccaro (1989)	10-14	EUA	Masculino	188,0±4,2	Progressivo e passadeira
Rowland e Cunningham (1992)	7-10		Ambos	Plateau 201±5,0	Graduado e passadeira
Liu <i>et al.</i> (1992)	12-15	EUA	Masculino	194,8±14,6	Progressivo e passadeira



			Feminino	195,5±10,3	
Barnett <i>et al.</i> (1993)	12-17	Hong Kong	Masculino	200,0± 9,0	
			Feminino	203,0±7,0	
Rowland (1993)	10-13	EUA	Ambos	204±7,0	Treadmill
Falgairrette <i>et al.</i> (1994)	10-11	França	Masculino	203±8,0	Ciclo Ergómetro
McVeigh <i>et al.</i> (1995)	13.68±0.3	Escócia	Masculino	203,32±8,8	Teste de vaivém
			Feminino	201,32± 0,2	
Rogers, Olson e Wilmore (1995)	Pré-adolescentes 6.6-14.2	EUA	Ambos	Pré pubertário M: 201±10 F: 207±9,0 Pubertário M: 200±10 F: 204±6,0	Progressivo e passadeira
Basquet <i>et al.</i> (2002)	8-9	França	Ambos	C: 205 ±8,0 E: 202 ±8,0	Teste de vaivém
Pitetti <i>et al.</i> (2002)	8-15	EUA	Masculino	189±9,0	Progressivo e treadmill
			Feminino	199±8,0	
Matsuzaka <i>et al.</i> (2004)	8-13	Japão	Masculino	8-10: 196,5 ±7,0 11-13:200,9±5,5 8-10: 194,7±9,5	Graduado e passadeira
			Feminino	11-13: 196,3±8,4	

#### 2.2.6.4. Avaliação da Capacidade Cardiorespiratória.

Dos vários componentes que caracterizam a aptidão física, a capacidade cardiorespiratória tem sido considerada uma das mais importantes, tanto para a grande maioria dos atletas das diferentes modalidades desportivas, como também para os indivíduos não atletas (ASCM, 2005). Na avaliação da capacidade aeróbia tem sido utilizado como parâmetro de referência o consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx}$ ). Para a realização de testes de esforço que permitam alcançar o  $VO_2$  têm sido utilizados ergómetros, como bicicletas e tapetes rolantes (Anderson *et al.*, 1971; Astrand, 1960; Duarte e Duarte, 1989; Van Mechelen; Hlobil e Kemper, 1986; Shephard, 1969; Silva; Matsudo e Tarapanoff, 1986), bancos (Astrand e Rhyning, 1975; Martz, Abla e Matsudo, 1978) e testes de corrida ou marcha (Cooper, 1972; Klissouras, 1973; Rippe, Mard, Porcardi, e Freedson, 1988), cuja validade e reprodutibilidade foram descritas principalmente em baterias de testes, por Safrit (1990) e Buono *et al.* (1991).

Os métodos diretos de medição do  $VO_2$  são os que apresentam maior fiabilidade, no entanto há necessidade de equipamento específico para avaliação. Devido a estas desvantagens vários autores têm proposto técnicas indiretas (predição), de menor custo e que possam ser aplicadas a grandes populações. Existem limitações naturais de um teste indireto submáximo e a margem de erro de predição do  $VO_2$  pode variar de 10% a 20% (Heyward, 1991), podendo no entanto ser mais reduzida se forem respeitadas as padronizações. Os testes de pista e campo têm sido utilizados na avaliação de grandes grupos, devido à simplicidade da sua aplicação e ao pequeno tempo despendido para cada avaliação.

#### **2.2.6.4.1. Teste do Vaivém**

Os autores Léger e Lambert (1982), levando em conta que o  $VO_2$  aumenta proporcionalmente com a velocidade de corrida, propuseram o “20 meters Shuttle-run test” ou “navette de 20m”, aqui denominado teste aeróbio do Vaivém 20 metros. Os mesmos autores desenvolveram o Teste de Vaivém com a distância de 20 metros com o intuito de simular um exercício progressivo com o aumento aproximadamente de 1 MET entre cada nível de intensidade. O teste pressupõe a realização de corrida de vaivém entre duas linhas que distam entre si 20 metros. Devido ao facto da intensidade do exercício não poder ser alterada, como num tapete rolante, a forma utilizada advém do aumento da velocidade obrigatória para percorrer a distância. Este teste foi desenvolvido e aperfeiçoado através de outro mais antigo utilizado por Léger e Boucher (1980), em pista, e foi alterado com o intuito de adaptá-lo aos ginásios/pavilhões. No teste original os níveis de incremento da intensidade eram de 2 minutos, e foram alterados para 1 minuto com o intuito de reduzir o tempo geral de teste e aumentar a motivação dos participantes (Léger e Gadoury, 1989). Após a publicação do estudo de Leger e Lambert (1982), outros estudos (quadro 7) foram realizados por Léger e seus colaboradores, aperfeiçoando o teste e estabelecendo normas para crianças e jovens (Léger, Lambert e Mercier, 1983; Léger e Rouillard, 1983; Léger, Lambert, Goulet, Rowan, e Dinnele, 1984; Léger, Mercier, Gadoury e Lambert, 1988; Léger e Gadoury, 1989; Léger, Massicotte, Gauthier, Themblay, Cazorla, e Prat, 1992). Outros autores demonstraram a validade do teste em predizer o desempenho em provas de 5 e 10 km (Paliczka, Nichols e Boreham, 1987; Ramsbottom, Brewer e Williams, 1988). Diversos estudos procuraram verificar a validade do teste tanto em crianças como adolescentes e adultos (Gadoury e Léger,

1986; Léger e Lambert, 1982; Léger, Mercier, Gadoury e Lambert, 1988; Léger e Gadoury, 1989; Van Mechellen, Hlobil e Kemper, 1986; Van Mechelen, Van Lier, Hlobil, Crolla, e Kemper, 1992; Mercier, Léger e Lambert, 1983; Poortmans, Vlaeminck, Collin e Delmotte, 1986). Os valores de correlação, apresentados pelos estudos são significantes, variando de  $r=0,51$  a  $0,91$ .

Quadro 7. Validade do teste aeróbio de corrida de vaivém de 20 m.

<b>Autor</b>	<b>População</b>	<b>r</b>
Léger e Lambert (1982)	Adultos	0,84
Gadoury e Léger. (1986)	Adultos	0,91
van Mechelen <i>et al.</i> (1995)	Crianças	0,76
Gadoury e Léger. (1986)	Adultos	0,9
Prat <i>et al.</i> (1986)	Adultos	0,78
Paliczka <i>et al.</i> (1987)	Adultos	0,93
Ramsbottom <i>et al.</i> (1988)	Adultos	0,96
Poortmans <i>et al.</i> (1986)	Adultos/Crianças	0,72
Leger <i>et al.</i> (1988)	Crianças	0,71
Armstrong <i>et al.</i> (1971)	Rapazes	0,54
Leger e Gadoury (1989)	Adultos	0,9
Liu <i>et al.</i> (1992)	Adolescentes	0,65/0,51
Cunningham <i>et al.</i> (1994)	Adolescentes	0,88
McVeigh <i>et al.</i> (1995)	Crianças	0,65/0,60

r (coeficiente de correlação)

Adaptado, Welk, G. J. & Meredith, M.D. (Eds.). (2008). *Fitnessgram / Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.

Os resultados são considerados bons pelos autores, levando em conta a margem de erro de todo o teste indireto. Léger *et al.* (1988) justificam que a menor validade para os grupos de crianças, quando comparados com adultos, deve-se à grande variação individual na idade biológica, e por isso levaram a idade cronológica em consideração na equação de predição do consumo máximo.

Quanto à reprodutibilidade, também foram feitos vários estudos em diferentes populações (Léger e Lambert, 1982; Léger, Mercier, Gadoury e Lambert, 1988; Léger e Gadoury, 1989; Liu, Plowman e Looney, 1992), verificando-se que a reprodutibilidade é elevada em todos os estudos (quadro 8).

Quadro 8. Reprodutibilidade do teste aeróbio de corrida de vaivém de 20 m.

<b>Autor</b>	<b>População</b>	<b>Reprodutibilidade</b>
Léger <i>et al.</i> (1982)	Adultos	0,8
Léger <i>et al.</i> (1988)	Crianças	0,89
Léger <i>et al.</i> (1989)	Adultos	0,95
Liu <i>et al.</i> (1992)	Adolescentes	0,93
Mahoney (1992)	Crianças	0,8
McVeigh <i>et al.</i> (1995)	Adolescentes	0,75
Oliveira (1998)	Adolescentes	0,93

Adaptado, Welk, G. J. & Meredith, M.D. (Eds.). (2008). *Fitnessgram / Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.

Pelos trabalhos já publicados pode-se inferir a grande aplicabilidade deste teste, principalmente na população escolar (Barnett, Chan e Bruce, 1993; Buono, Roby, Micale, Sallis e Shephard, 1991; Van Mechellen, Van Lier, Hlobil, Crolla e Kemper, 1992; Vrijens, Beunen, Borms, Lefevre e Claessens, 1993), em indivíduos sedentários e mesmo em atletas (Aziz *et al.* 2005; Mexas *et al.* 2005), com o objectivo de avaliar a aptidão cardiorespiratória. O teste apresenta ainda a vantagem de possuir 21 estágios, de dificuldade progressiva, onde é possível medir e avaliar ao mesmo tempo indivíduos que tenham baixa, média ou grande capacidade cardiorespiratória. Este teste já faz parte de baterias de teste importantes em outros países como a EUROFIT (*Conseil D l'Europe*, 1990) ou a bateria FITNESSGRAM (*The Cooper Institute, Dallas, EUA*), onde é conhecido como *PACER* (Vicent, Barker, Clarke e Harrison, 1999).

#### **2.2.6.4.2. Vantagens e desvantagens do teste do Vaivém.**

A utilização do teste de Vaivém (20 metros) revela inúmeras vantagens para que se proceda à sua utilização, segundo Paliczka, Nichols e Boreham (1987), o facto de os sujeitos poderem controlar a sua passada, de ser permitida uma adaptação fisiológica ao esforço progressiva, bem como das condições ambientais serem constantes são aspetos a favor do teste. Para além destes aspetos, o teste do vaivém pode ser realizado em espaços relativamente pequenos, quer sejam exteriores ou interiores e é sugerido como um teste adequado para ser aplicado em escolas que não possuam instalações modernas e extensas.

Carney *et al.* (2008) referem que outra situação a ter em conta, é o facto de o teste poder ser realizado por pequenos grupos em simultâneo o que lhe confere mais diversão e é uma variante que o torna mais parecido com uma competição de corrida do que propriamente com um teste. O facto de os alunos correrem juntos, permite que estes não se sintam considerados os últimos ou os primeiros, e será o ultimo a terminar o teste, o que obterá uma melhor classificação, o oposto acontece com o teste da milha em que o primeiro a chegar obterá melhor classificação, para além de, por vezes os alunos correrem com grandes distâncias, uns em relação aos outros (Vicent *et al.*, 1999).

Relativamente às desvantagens, desde a origem do teste do vaivém 20 metros, que o foco das investigações recai sobre a capacidade deste para estimar a condição física aeróbia. Existem alguns problemas inerentes à seleção das amostras, com as análises estatísticas (erros de predição), e também relacionados com a habituação ao teste, com a prática no primeiro teste para realização de um segundo (Lamb, 2007). Investigações recentes realçam a capacidade do teste do vaivém 20 metros (e outro tipo de testes de corrida) de serem bons indicadores de uma *performance* de resistência específica (Aziz *et al.*, 2005) ao invés de um bom preditor do  $VO_{2máx}$  (Lamb e Rogers, 2007). Lamb e Rogers (2007) referem que os dados indicam que existe uma pequena aprendizagem e habituação desde o primeiro momento em que é realizado o teste, o que faz com que os resultados do segundo teste possam apresentar alterações derivadas deste especto, o que leva os mesmos autores a afirmar que deve ser realizada uma sessão de habituação com a amostra antes da realização dos testes que irão fornecer os dados. Ainda segundo os mesmos autores, torna-se importante que os futuros estudos explorem formas de melhorar o teste do vaivém e as suas equações de predição ou o teste deixará de ser visto como um bom preditor da capacidade aeróbia ou da *performance* em exercício. Os valores obtidos pelo teste do vaivém frequentemente sobrestimam o  $VO_{2máx}$  predito (Berthoin *et al.*, 1994 e Grant *et al.*, 1995), particularmente quando o teste não é aplicado a sujeitos saudáveis e não treinados como no estudo original (Leger e Lambert, 1982).

#### **2.2.6.4.3. Validação das equações de predição do $VO_2$ no teste do Vaivém.**

Existem algumas reservas em considerar o desenvolvimento de equações de estimação do  $VO_{2\text{pico}}$  através do teste do vaivém. O primeiro aspeto relaciona-se com o facto de os métodos utilizados para prever o  $VO_{2\text{pico}}$  através do teste do vaivém variarem de acordo com os investigadores. As variáveis podem variar desde a

velocidade máxima alcançada, o número de patamares de 1 minuto alcançados e o número total de voltas alcançadas (cada volta 20 metros), ou uma combinação destes métodos (Leger e Lambert, 1982; Barnett *et al.*, 1993; McVeigh *et al.*, 1995; Oliveira, 1998 e Matsuzaka *et al.*, 2004). Assim, as equações de predição estão dependentes dos valores das variáveis que se podem obter com a realização do teste do vaivém. Barnett *et al.* (1993) e McVeigh *et al.* (1995) reconhecem a velocidade máxima no teste como o melhor preditor do  $VO_{2\text{pico}}$ . Contudo, esta não é uma opinião consensual como podemos observar no quadro (9).

O segundo aspeto recai na necessidade que alguns investigadores tiveram de incluir as medidas das pregas adiposas na estimação do  $VO_{2\text{pico}}$  através das equações de predição do teste do vaivém. Investigadores que inseriram estas medidas nas suas equações obtiveram uma melhoria na força de predição do teste (Barnett *et al.*, 1993 e McVeigh *et al.*, 1995).

Por fim, o terceiro aspeto relaciona-se com o efeito que a idade e o género sexual possam ter na predição do  $VO_{2\text{pico}}$ . Barnett *et al.* (1993) descobriram que a inclusão do fator género na determinação do  $VO_{2\text{pico}}$  através da equação aumentou a precisão da predição. Quanto ao fator idade, Leger *et al.* (1988) e Barnett *et al.* (1993), identificaram a idade como uma variável crítica, desde que seja tomada em conta, que existem diferenças na economia de corrida que resultam do crescimento e maturidade sexual.

Quadro 9. Equações de predição utilizadas com base no teste de vaivém.

Autor	Participantes	r	Equação
Leger <i>et al.</i> (1988)	200M e F 8 a 9 anos	0,7 1	$VO_{2m\acute{a}x}=31,025 + 3,238 (\text{vel}) - 3,248 (\text{idade}) + 0,1536 (\text{idade}) (\text{vel})$
Barnett <i>et al.</i> (1993)	27M + 28F 12 a 17 anos	0,8 4 0,8 5 0,8 2	$VO_{2m\acute{a}x}=28,3 - 2,1 (\text{sexo:M=0;F=1}) - 0,7 (\text{Prtricip}) + 2,6 (\text{MS})$ $VO_{2m\acute{a}x}=25,8 - 6,6 (\text{sexo:M=0;F=1}) - 0,2 (\text{Peso}) + 3,2 (\text{MS})$ $VO_{2m\acute{a}x}=24,2 - 5,0 (\text{sexo:M=0;F=1}) - 0,8 (\text{age}) + 3,4 (\text{MS})$
McVeigh <i>et al.</i> (1995)	15M + 18F M:16,68±0,3 F:13,68±0,3	0,6 8M 1,16 0,8 5F	M: $VO_{2m\acute{a}x}= 4,94 (\text{VM}) - 0,30 (\text{Prtricip e subescp}) - 1,16$ F: $VO_{2m\acute{a}x}= 7,26 (\text{VM}) - 0,56 (\text{Prtricip}) - 26,86$
Oliveira (1998)	77M + 80F 15,0±0,8	0,7 8	$VO_{2m\acute{a}x}= 25 + 6,6 (\text{sexo:M=0; F=1}) - 0,8 (\text{idade}) + 3,4 (\text{TV})$
Matsuzaka <i>et al.</i> (2004)	62M+70F 8 a 17	0,8 1 0,8 0	$VO_{2m\acute{a}x}= 25,9 + 2,21 (\text{sexo:M=0; F=1}) - 0,0449 (\text{idade}) - 0,0831 (\text{IMC}) + 4,12 (\text{VM})$ $VO_{2m\acute{a}x}= 61,1 - 2,20 (\text{sexo:M=0; F=1}) - 0,0462 (\text{idade}) - 0,0862 (\text{IMC}) + 0,192 (\text{TV})$

Adaptado, Welk, G. J. & Meredith, M.D. (Eds.). (2008). *Fitnessgram / Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.

Leger *et al.* (1988) determinaram a potência aeróbia máxima de crianças pré-adolescentes, de adultos saudáveis com prática de atividade física e de atletas. O número do último patamar alcançado foi utilizado como indicador para prever o  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ml/kg/min) através da velocidade (km/h) correspondendo ao patamar [(velocidade = 8 + 0,5 (patamar) e à idade ( $r=0,71$ )], numa amostra de 188 rapazes e raparigas com idades compreendidas entre os 8 e os 19 anos.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 31,025 + 3,238 (\text{velocidade}) - 3,248 (\text{idade}) + 0,1536 (\text{Idade}) (\text{velocidade})$$

Logo após o término do teste, o  $VO_2$  foi medido através de 4 amostras de 20 segundos e o  $VO_{2m\acute{a}x}$  foi estimado através de uma extrapolação da curva de recuperação de  $O_2$  logo após o término do esforço. Para adultos, medidas semelhantes indicam que a mesma equação pode ser utilizada mantendo a idade constante em 18 ( $r=0,90$ ,  $n=77$  homens e mulheres, idades compreendidas entre 18 e 50 anos). Os vários testes mostram coeficientes de fiabilidade em crianças ( $r=0,89$ ),

139 rapazes e raparigas com idades compreendidas entre os 6 e os 16 anos de idade, e em adultos ( $r=0,95$ ), 81 homens e mulheres com idades compreendidas entre os 20 e os 45 anos. McVeigh *et al.* (1995) examinaram a fiabilidade e a validade do teste do vaivém como um preditor do  $VO_{2\text{pico}}$  numa escola em Edimburgo (Escócia, Reino Unido). Trinta e três crianças (15 rapazes e 18 raparigas) realizaram três testes de vaivém e três testes de passadeira em laboratório com o intuito de obter o  $VO_2$  pico. Análises de regressão múltipla revelaram que a predição de  $VO_{2\text{pico}}$  (ml/kg/min) através do teste do vaivém 20 metros, melhorou através da inclusão das medidas das pregas adiposas nos modelos de predição, particularmente no grupo feminino. O poder de predição foi maior no sexo feminino quando a variável velocidade máxima era utilizada na equação. Oliveira (1998), procurou testar a validade do protocolo de Mercier *et al.* (1983), em que os níveis no teste do vaivém 20 metros, são de 1 minuto, em 157 estudantes portugueses ( $15\pm 0,8$  anos). Os sujeitos foram distribuídos aleatoriamente em grupo experimental e grupo de controlo. A primeira realização do teste de vaivém foi realizada com a utilização de um analisador de gases portátil e a última realização do teste foi realizada sem analisador de gases, e foi realizada para testar as predições e a evolução das equações de predição do  $VO_{2\text{máx}}$ . Os autores observaram correlações significantes ( $r^2=0,78$ ) quando o  $VO_{2\text{máx}}$  era expresso relativamente ao peso corporal (ml/kg/min). O teste do vaivém foi consistente na contra-prova ( $r=0,93$ ).

$$VO_{2\text{máx}} = 25 + 6,6 (\text{género}) + 0,23(\text{voltas})$$

Contudo, a representação alométrica do  $VO_{2\text{máx}}$  (ml/kg<sup>-0,67</sup>.min) demonstrou elevado poder de previsão ( $r^2=0,83$ ). Então:

$$VO_{2\text{máx}} = 83,3 + 35,1 (\text{género}) + 0,77 (\text{voltas})$$

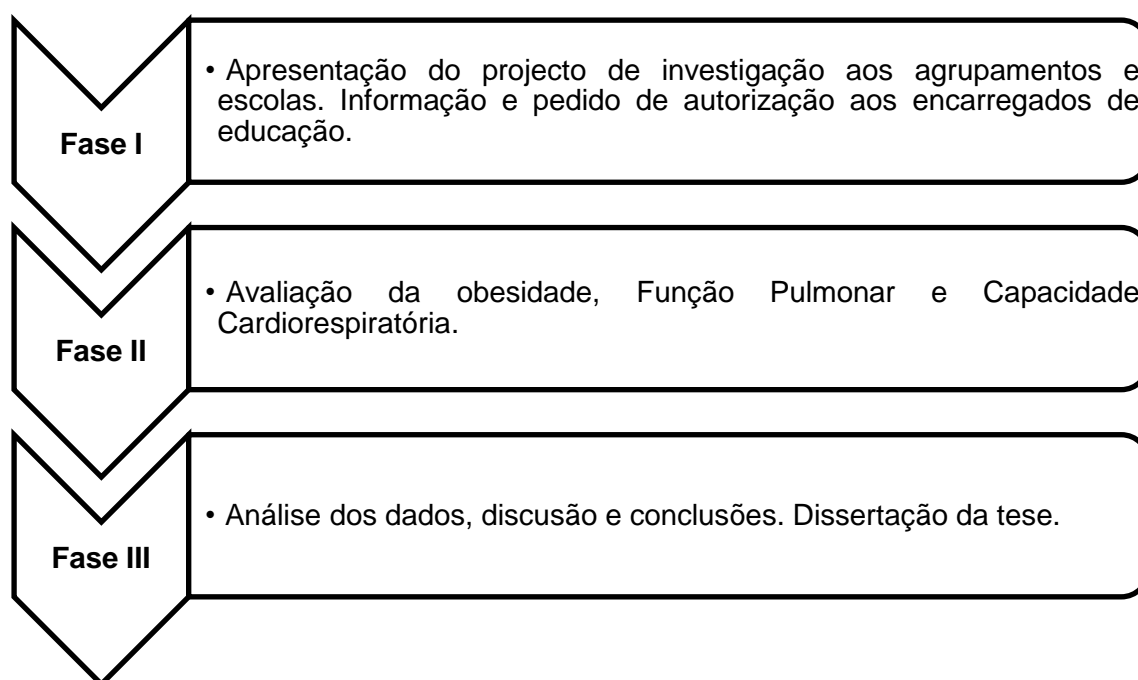
Matsuzaka *et al.* (2004) examinaram a validade do teste de Vaivém 20 metros como um teste aeróbio da condição física em crianças japonesas, adolescentes e adultos jovens. A amostra do estudo era constituída por 62 rapazes e 70 raparigas com idades compreendidas entre os 8 e os 17 anos e 56 homens e 99 mulheres com idades compreendidas entre os 18 e os 23 anos. Estes autores observaram elevadas correlações múltiplas nos adultos com ( $r^2=0,88$ ) e nas crianças e adolescentes ( $r^2=0,80$ ). Consequentemente foi sugerido que as suas equações de regressão múltipla são mais adequadas para a predição do  $VO_{2\text{pico}}$  em crianças, adolescentes e  $VO_{2\text{máx}}$  em jovens adultos Japoneses.



## **METODOLOGIA**

Na metodologia são enunciados os procedimentos utilizados durante a realização do estudo e a descrição geral da amostra. São descritos os protocolos seguidos, instrumentos e materiais utilizados para a medição das variáveis em estudo.

### 3.1. Desenho Experimental



### 3.2. Amostra

A amostra foi constituída por 1564 crianças, 792 do género masculino e 772 do género feminino, em idade escolar (6-10 anos) referente ao 1º ciclo do ensino básico português pertencentes aos concelhos de Évora e Rio Maior, todas elas realizaram a avaliação da composição corporal. Deste universo amostral, 572 crianças (295 rapazes e 277 raparigas) realizaram a avaliação da função pulmonar (FP) e 234 crianças (113 rapazes e 121 raparigas) realizaram a avaliação da capacidade cardiorespiratória (CCR).











### 3.3. Equipamentos e Materiais

Para a recolha dos dados antropométricos foi utilizada a pasta antropométrica *Rosscraft* (Rosscraft, Canadá), o peso e a altura foram medidos com uma balança e estadiómetro da marca *SECA* (*SECA, Hamburgo, Alemanha*) com margem de erro de 100g. O perímetro abdominal foi medido com uma fita métrica da marca *Rosscraft* (Rosscraft, Canadá) com margem de erro de 0.1 cm. As pregas, tricpitais e subescapulares, foram medidas através da utilização do adipómetro marca *Slim Guide* (Slim Guide, Canadá).

Na avaliação da função pulmonar, através dos testes de espirometria, foi utilizado o espirómetro portátil *MicroQuark PC* (*cosmed, Rome, Itália*).

Para a avaliação da Capacidade Cardiorespiratória, através da realização do teste do vaivém, foi utilizado o analisador de gases portátil, *Cosmed K4b<sup>2</sup>* (*Cosmed, Roma, Itália*).

Quadro 10. Materiais utilizados nas recolhas durante a investigação.

Materiais utilizados na avaliação da função pulmonar (FP)			
Espirómetro <i>MicroQuark PC</i> ( <i>cosmed, Rome, Itália</i> )			
Materiais utilizados na avaliação da capacidade cardiorespiratória (CCR)			
<i>Cosmed K4b<sup>2</sup></i> ( <i>Cosmed, Roma, Itália</i> ).			
Materiais utilizados na avaliação da composição corporal (CC)			
Balança ( <i>SECA</i> )	Estadiómetro ( <i>SECA</i> )	Adipómetro ( <i>SlimGuide</i> )	Fita antropométrica ( <i>Rosscraft</i> )
			

### 3.4. Variáveis fisiológicas avaliadas

Quadro 11. Descrição dos parâmetros fisiológicas avaliados no estudo.

parâmetro	abreviatura	designação
<b>FUNÇÃO PULMONAR - Teste 1. Capacidade Vital (forçada)</b>		
Capacidade Vital Forçada	<b>CVF (l)</b>	Volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir do ponto de máxima inspiração.
Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo	<b>VEF1 (l)</b>	É o volume de ar exalado no primeiro segundo da manobra da capacidade vital forçada.
Pico de Fluxo Expiratório	<b>PFE (l/seg.)</b>	Fluxo máximo de ar expirado durante a manobra da capacidade vital forçada.
Pico de Fluxo Inspiratório	<b>PFI (l/seg.)</b>	Fluxo máximo de ar inspirado durante a manobra da capacidade vital forçada.
Volume Expiratório Forçado no 1º segundo pela Capacidade Vital Forçada	<b>VEF1/CVF (%)</b>	É o volume máximo de ar exalado no primeiro segundo de uma expiração máxima pela divisão da capacidade vital forçada.
Volume Expiratório Forçado no 1º segundo pela Capacidade Vital	<b>VEF1/CV (%)</b>	É o volume máximo de ar exalado no primeiro segundo de uma expiração máxima pela divisão da capacidade vital.
FEF 25-75%	<b>FEF 25-75% (l/seg.)</b>	É o fluxo expiratório forçado medido entre os 25 e 75% da CVF.
Fluxo Expiratório máximo	<b>MEF 25-50-75 (l/seg.)</b>	Fluxo Expiratório máximo aos 25, 50 e 75% da CVF.
<b>FUNÇÃO PULMONAR - Teste 2. Capacidade Vital (lenta)</b>		
Capacidade Vital Expiratória (lenta)	<b>CVE (l)</b>	Volume máximo que pode ser exalado após inspiração máxima, no entanto, sem exigência de esforço rápido e intenso.
Volume de Reserva Expiratório	<b>VRE (l)</b>	É o volume máximo de ar que pode ser expirado a partir do final de uma expiração normal.
Volume de Reserva Inspiratório	<b>VRI (l)</b>	É o volume máximo de ar que pode ser inalado a partir do final de uma inspiração normal.
Ventilação	<b>VE (l/min)</b>	Ventilação expiratória por minuto
Frequência Respiratória	<b>Rf (1/min)</b>	Frequência Respiratória a cada ciclo respiratório.
<b>FUNÇÃO PULMONAR – Teste. Ventilação Voluntária Máxima</b>		
Máxima Ventilação	<b>VVM</b>	Máxima Ventilação Voluntária
<b>CAPACIDADE CARDIORESPIRATÓRIA – Teste do Vaivém</b>		
Pico do consumo máximo de Oxigénio	<b>VO<sub>2</sub>pico (ml/kg/min)</b>	Momento de maior consumo de oxigénio.
Frequência cardíaca pico	<b>FC<sub>pico</sub> (bpm)</b>	Momento da FC que coincide com pico de consumo de oxigénio.
Frequência cardíaca máxima	<b>FC<sub>máx.</sub> (bpm)</b>	Maior valor da frequência cardíaca.
Frequência Respiratória	<b>Fr (l/min)</b>	Frequência Respiratória a cada ciclo respiratório.
Ventilação	<b>VE (l/min)</b>	Ventilação expiratória por minuto

### 3.5. Procedimentos

Todos os encarregados de educação das crianças da amostra autorizaram (anexo 1) a participação dos seus educandos e declaram que foram suficientemente informados das finalidades, benefícios esperados e riscos associados com a realização dos testes. Foi dada a oportunidade de formular questões e colocar dúvidas e declararam estar na posse de informação suficiente para poder assinar o termo de consentimento, relativamente à participação dos seus educandos no rastreio. No final da investigação foi entregue um relatório aos pais e encarregados de educação e outro à criança (anexo 2).

Antes da realização dos testes foi realizada uma sessão de esclarecimentos aos alunos sobre os objetivos do estudo e dos procedimentos das avaliações.

Quadro 12. Resumo dos procedimentos avaliativos.

Recolhas Antropométricas	
Peso	Depois de aferida a balança, as crianças colocavam-se no centro da plataforma com o peso distribuído sobre os dois pés e a olhar em frente na posição antropométrica. No momento da medição as crianças encontravam-se vestidas apenas com calção ou fato de banho.
Altura	Foi medida entre o vértex (ponto mais elevado do crânio quando a cabeça está segura numa posição conhecida como " <i>Frankfort Plane</i> ", Bar-Or, 1996) e o plano de referência do solo. Estas encontravam-se descalças com calção ou fato de banho no momento da medição e em posição antropométrica.
Perímetro Cintura	Medido imediatamente acima das cristas ilíacas.
Prega tricipital	Meia distância (posterior) entre a projeção externa do acrómio e o olecrânio. Prega vertical.
Prega subescapular	Encontrar o bordo mais interno e inferior da omoplata e marcar o ponto. Marcar a linha oblíqua sobre a linha de clivagem natural da própria pele. O ponto vai servir de orientação para a marcação da linha vertical e horizontal sobre a linha de clivagem. A prega é destacada obliquamente numa inclinação de $\pm 45^\circ$ .



Recolhas Espirométricas (ATS, 1995)	
Teste 1 CVF	Solicitou-se à criança para inspirar profundamente até o máximo possível e, em seguida, exalar todo o ar com o máximo esforço para dentro do espirómetro.
Teste 2 CVL	Solicitou-se à criança para respirar normalmente por alguns segundos. Ao sinal sonoro, pede-se que faça uma inspiração profunda e em seguida sobre todo o ar vagarosamente no interior do espirómetro e logo após, volte novamente a fazer uma inspiração profunda.
Teste 3 VVM	Solicitou-se à criança que repetidamente realize ciclos respiratórios profundos e com a maior frequência possível num determinado período de tempo (15seg).
Recolha Cardiorespiratória e de <i>performance</i> física	
Teste do Vaivém	O Teste Vaivém é um teste de patamares de esforço progressivo, adaptado do teste de corrida de 20 metros, publicado por Léger e Lambert (1982) e revisto por Léger <i>et al.</i> (1988). O grau de dificuldade inicial é baixo mas progressivamente vai se tornando mais exigente. O teste foi realizado com o transporte do analisador de gases portátil da marca <i>cosmed k4b<sup>2</sup></i> .



### 3.6. Operacionalização das avaliações

#### 3.6.1. Obesidade infantil e composição corporal

As recolhas antropométricas foram avaliadas somente no período da manhã. Foram avaliados o peso, altura e pregas (tricipital e subescapular). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado, segunda a fórmula de *Quetelet's*, através da divisão do peso (kg) pela altura (m) ao quadrado e classificado pela OMS (2007). Para determinação da percentagem de massa gorda foram medidas as pregas subcutâneas tricipitais e subescapulares e calculado o valor através da equação (lista de equações 4,5,6,7) de Slaughter *et al.* (1988). As medições das pregas adiposas foram efetuadas do lado direito, destacando-se a pele e o tecido subcutâneo adjacente. Para destacar a prega, os 2 dedos devem estar a 8 cm (usando como referência o tamanho do indicador). Polegar e indicador a 1cm do local da medição, aguardou-se aproximadamente 3 segundos antes de fazer a leitura no Adipómetro. Realizou-se duas medições em cada local antropométrico. Se a diferença entre as duas medições for superior a 1mm, efetuava-se nova medição e calculando posteriormente a média. Efetuou-se medições alternadas para permitir recuperação da espessura e textura da pele. Todas as pregas foram medidas com aproximação a 0.5mm segundo Jackson & Pollock (1978).

### 3.6.2. Função pulmonar (espirometria)

Sendo a espirometria uma técnica de avaliação da função pulmonar, muito utilizada nos estudos sobre fisiologia respiratória, é considerado modelo para a identificação e acompanhamento de pacientes com doenças pulmonares obstrutivas e restritivas (Pereira, 2002). De acordo com Rodrigues *et al.*, (2002), é o exame que mede capacidades e fluxos pulmonares, a partir de manobras respiratórias padronizadas e os compara com padrões de referência para altura, sexo e idade. Permite verificar se existe obstrução ao fluxo de ar, ou seja, se as vias aéreas estão anormalmente contraídas, ou se o volume dos pulmões está normal. Embora as técnicas de mensuração da função pulmonar tenham-se iniciado há mais de um século, só nas duas últimas décadas, estes testes tiveram maior importância na área da pediatria. Publicações recentes têm recomendado alguns cuidados na seleção dos equipamentos a serem utilizados, critérios para a escolha de valores referenciais e normalização da execução e da interpretação dos testes funcionais (Rodrigues *et al.*, 2002).

Ainda antes da realização dos testes de espirometria, a turbina fluxómetro assegurava a máxima precisão através da larga margem de fluxos (até 20 l/s), com um fluxo de baixa resistência (menos de 0.7 cmH<sub>2</sub>O/l/s por 12 l/s) e estava de acordo com as recomendações do ATS (*American Thoracic Society*) e ERS (*European Respiratory Society*). O *MicroQuark* tem um sensor de temperatura, de fábrica, para corrigir automaticamente os resultados para BTPS. Todo o fluxo e sistema de medida de volume são pré testados no laboratório, por meio de um sistema gerador de onda pulmonar, seguindo o padrão ATS 95 (condições BTPS). Para a realização dos testes, as crianças permaneceram em posição ortostática, com a cabeça em posição neutra e fixa, utilizando clipe nasal, com o objetivo de evitar o vazamento de ar durante a expiração e a inalação durante a inspiração, pelo nariz. Cada criança realizou no mínimo três e no máximo oito manobras. Para aceitação final do exame, o aparelho selecionava o melhor teste, ou seja, os maiores valores obtidos de qualquer curva e não necessariamente provenientes da mesma manobra.

Contudo, vários fatores (técnicos e biológicos) interferem quer na própria função pulmonar, quer na interpretação da espirometria, assim, para se determinar a aceitabilidade e a reprodutibilidade, só foram aceites os três maiores picos de fluxo expiratório de cada criança, pelo que, as curvas seleccionadas não podiam diferir em mais de 5% (ATS, 1995).

Foram executados os testes descritos anteriormente:

1. Capacidade Vital Forçada (CVF);
2. Capacidade Vital Lenta (CVL);
3. Ventilação Voluntária Máxima (VVM).

### **3.6.3. Capacidade cardiorespiratória (teste do vaivém)**

As recolhas foram realizadas durante a manhã, em contexto de espaço exterior coberto. Antes da realização dos testes, as crianças, foram elucidadas do funcionamento e critérios de êxito do teste. O teste era dado como terminado quando a criança, por duas vezes consecutivas, não atingia a linha assinalada pelos pinos que delimitava o percurso. O número total de percursos foi registado para determinação da velocidade máxima e como preditor na resolução das equações de estimação do  $VO_{2max}$ . O consumo de oxigénio ( $VO_2$ ) foi medido por oximetria direta com um analisador portátil de gases Cosmed K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Roma, Itália). A Frequência Cardíaca (FC) foi medida pelo sensor Polar T31 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) acoplado ao analisador Cosmed K4b<sup>2</sup>. Para o tratamento dos dados recolhidos pelo analisador de gases portátil será utilizado o *software* do Cosmed K4b<sup>2</sup> versão 8.0 (Cosmed, Roma, Itália). Durante cada teste, os valores da FC e  $VO_2$  dos sujeitos, foram continuamente monitorizados por telemetria. O arnês do aparelho foi ajustado ao tronco dos sujeitos, transportando estes a unidade portátil na zona do peito e a bateria ao nível das omoplatas. Antes de cada utilização do analisador, foram realizados testes de calibração indicados pelo fabricante. Os procedimentos de calibração do analisador de gases antes do início de cada teste foram os seguintes: i) período de aquecimento do aparelho de 45 minutos; ii) calibração com ar ambiente; iii) calibração com gás de referência (16%  $O_2$  e 5%  $CO_2$ ); iv) calibração do tempo de transição do gás; v) calibração da turbina (com seringa de 3000ml). Os valores de  $VO_2$  foram registados com um *averaging* de 10 segundos (Astorino *et al.*, 2000).



Um Computador portátil disponível e conectado ao Cosmed  $k_4b^2$  para obtenção dos resultados espirométricos. Durante todo o período de pesquisa, somente uma única cópia do CD, com a cadência necessária para o Teste de Vaivém, foi utilizada na realização dos testes. O Leitor de CD utilizado foi uma SONY modelo CFD-S05. O estudo foi realizado em dois momentos distintos, e toda a amostra foi submetida aos mesmos. Entre o primeiro momento (sem utilização do analisador de gases Cosmed  $k_4b^2$ ), e o segundo momento (com utilização do analisador de gases), decorreu no máximo uma semana de intervalo. Foram utilizadas folhas de registo dos percursos do teste vaivém. O espaço e o material utilizado pelas crianças, não só garantiram segurança às mesmas, como também permitiram boas condições de recolha. Como os testes foram realizados dentro de um espaço exterior mas coberto, garantiu-se que entre um momento e o outro a exposição solar não seria um aspeto capaz de condicionar a prestação dos alunos. A temperatura ambiente oscilou entre 19° e 23°C, e a humidade relativa do ar foi de aproximadamente 55 a 65% durante o período de recolha.

O teste dos 20-m MRST foi desenvolvido por Leger & Lambert (1982) na tentativa de simular um exercício com intensidade progressiva, com a aproximação a 1 MET, aquando do aumento da velocidade correspondente a cada estágio do teste. O programa de avaliação da condição física de crianças e jovens do *Fitnessgram*® (The Cooper Institute, Dallas TX) inclui o teste destinado à sua avaliação, o teste de Vaivém de 20 metros com níveis de dificuldade progressivos que também poderá ser designado de *PACER* (*Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run*) (Vicente, Barker, Clarke e Harrison, 1999). Este teste tem por objetivo caracterizar a aptidão física das crianças e jovens, fazendo referência ao teste do vaivém (20-m MSRT) como um ótimo preditor da capacidade aeróbia, através da equação proposta por Leger *et al.* (1988):

$$VO_{2máx} = 31,025 + 3,238 (\text{velocidade}) - 3,248 (\text{idade}) + 0,1536 (\text{Idade})(\text{velocidade})$$

O Teste vaivém é um teste com patamares de esforço progressivo, adaptado do teste de corrida de 20 metros, publicado por Léger e Lambert (1982) e revisto por Léger *et al.* (1988). O grau de dificuldade inicial é baixo mas progressivamente vai se tornando mais exigente. O facto de o teste ser progressivo oferece a possibilidade aos participantes de utilizar os primeiros patamares para adaptar-se ao esforço e de preparação para os patamares seguintes.

Aplicado ao som da música ou somente à indicação sonora, este teste representa uma solução válida e divertida ao habitual teste de corrida continua aplicado para se avaliar a aptidão aeróbia, e é cada vez mais comum a sua utilização com crianças e jovens. O Teste contém um CD de cadências com uma versão musical e uma apenas com sinais sonoros. Cada uma das versões do teste tem uma contagem decrescente de 5 segundos que indica o início da execução do teste. Neste estudo foi utilizada sempre a versão que contem somente os sinais sonoros. Os participantes do teste devem percorrer a máxima distância possível, num percurso de 20 metros numa direção e na oposta, com uma velocidade crescente em períodos consecutivos de 1 minuto. Os alunos correm pela área estipulada e devem pisar a linha quando ouvirem o sinal sonoro. Ao sinal sonoro devem inverter o sentido de corrida e correr até à outra extremidade. Se os alunos atingirem a linha antes do sinal sonoro, deverão esperar pelo mesmo para correr no sentido oposto. Continuarão o mesmo procedimento até não serem capazes de alcançar a linha antes do sinal sonoro por duas vezes consecutivas. Um sinal sonoro indica o final do tempo de cada percurso e um triplo sinal sonoro indicará o final de cada minuto, ou seja, o final de cada patamar de esforço. Este tem a mesma função do sinal sonoro único alertando ainda os alunos de que o ritmo vai acelerar e a velocidade de corrida terá de aumentar para percorrerem a distância de 20 metros em menos tempo. Se um aluno não conseguir alcançar a linha ao sinal sonoro, deverá ser-lhe dada uma oportunidade para tentar recuperar a cadência adequada, antes de terminar a execução do teste. Da segunda vez que o aluno não conseguir atingir a linha ao sinal sonoro, o teste deverá ser dado por terminado. No caso da realização do teste com vários elementos em simultâneo, a cada executante deverá ser disponibilizado um corredor de aproximadamente 1 a 1,5 metros de largura para que cada aluno possa correr sem sentir-se demasiado próximo ao colega do lado. Para organização mais eficaz do teste foi marcado o percurso antecipadamente. A tabela dos tempos (anexo 3) esquematiza os sinais sonoros. Os triplos sinais sonoros no final de cada minuto indicavam o fim de um nível e o aumento de velocidade. Os alunos eram alertados que a velocidade iria aumentar, quando o aluno ouvia o sinal triplo, estes pisavam a linha e continuavam a correr. Porque alguns alunos têm tendência para hesitar ao ouvir o sinal sonoro. As velocidades do teste podem variar entre os 8,5 km/h e os 18,5 km/h, contudo com crianças os valores de velocidade máximos alcançados serão mais reduzidos.

### 3.7. Limitações metodológicas

Os testes espirométricos eram dependentes de elevado empenho da criança. Não foram utilizados grupos controlos.

Não foram efetuados re-testes, na avaliação da função pulmonar.

Na avaliação da capacidade cardiorrespiratória, o desempenho no teste do vaivém poderá ser influenciado pela motivação e nível de atividade física das crianças.

O facto de termos uma amostra de conveniência (restrição a determinadas regiões) pode restringir a possibilidade de generalizar o estudo à população Portuguesa.

### 3.8. Análise estatística

A análise exploratória inicial dos dados consistiu, em primeiro lugar, na identificação de eventuais casos omissos e erros na introdução dos dados, para a totalidade das variáveis tratadas, recorrendo para o efeito a tabelas descritivas. A segunda etapa deste processo inicial de análise exploratória dos dados consistiu num conjunto de procedimentos gráficos, para identificação de possíveis *outliers*, recorremos para o efeito aos gráficos produzidos pelas *boxplots*.

Optou-se pela estatística paramétrica. Através do teste de *Tukey's* verificou-se a normalidade da amostra. Nos parâmetros que não apresentaram normalidade realizou-se a sua logaritmização. Ainda após a logaritmização, os parâmetros que não apresentaram normalidade, decidiram-se manter no tratamento estatístico, fundamentado no teorema do limite central que afirma que quando o tamanho da amostra aumenta (ou é  $\geq 30$ ), a distribuição amostral da sua média aproxima-se cada vez mais de uma distribuição normal, ou seja, à medida que aumenta o tamanho amostra a média amostral aproxima-se da média populacional.

Na análise descritiva utilizou-se o parâmetro de tendência central (média) e a análise da variabilidade (desvio padrão). Na estatística inferencial utilizou-se a análise da variância (*Anova One-Way*) para as comparações das médias dos valores espirométricos e as categorias de IMC e o teste de comparações múltiplas *posthoc*, para inferir nas diferentes categorias de IMC, entre rapazes e raparigas, onde se verificavam diferenças significativas.

Para a comparação entre géneros, nas diferentes idades, nas variáveis pulmonares e diferentes categorias de IMC foi utilizado o *T-Test* para amostras independentes.

Na associação entre variáveis fomos efetuar uma análise exploratória das matrizes de correlação. Este procedimento teve como objetivo avaliar as esperadas ou inesperadas associações entre variáveis, de forma a eliminar e/ou confirmar eventuais associações ilegítimas entre as diferentes variáveis em estudo. Para o efeito recorremos aos coeficientes de correlação de *pearson* (*r*) para o conjunto das variáveis cujos pressupostos de normalidade estavam salvaguardados.

O nível de significância foi mantido em 5% Todos os cálculos foram realizados pelo package estatístico SPSS versão 17.0 para Windows.

Capitulo IV

**RESULTADOS**

#### **4. RESULTADOS**

Os resultados apresentados e descritos são aqueles que revelaram maior significado para o estudo, sendo a sua discussão realizada posteriormente. A exposição efetuada consiste na apresentação dos resultados referentes à investigação sobre a obesidade infantil, função pulmonar, capacidade cardiorespiratória, sobre a influência da composição corporal na função pulmonar e na capacidade cardiorespiratória e respectivas correlações. Também os resultados referentes à predição do  $VO_{2\text{pico}}$  e a verificação da existência de constrangimentos durante a realização da avaliação cardiorespiratória.

Na análise descritiva são referidos os valores mínimos, máximos, médias e desvios-padrão. A apresentação e comentários aos resultados evidenciam primeiramente, a caracterização da amostra, a comparação das variáveis em estudo entre os géneros, entre as diferentes idades da amostra e categorias do IMC. São ainda apresentados e analisados os diferentes parâmetros com pertinência científica respeitantes aos valores da normalidade, comparação entre géneros e da alteração dos valores por influência da composição corporal.

##### **4.2. Obesidade infantil e composição corporal**

Na tabela (1) são apresentados os valores descritivos das médias, desvios-padrão, mínimos e máximos das variáveis antropométricas na avaliação da composição corporal. Os resultados são apresentados para a totalidade da amostra por género sexual e diferentes idades.

Tabela 1. Valores descritivos da avaliação antropométrica da totalidade da amostra (n<sub>total</sub>=1564; ♂ n= 792 ♀ n= 772).

		Idade (anos)									
		6		7		8		9		10	
		♂ n=146	♀ n=138	♂ n=195	♀ n=223	♂ n=198	♀ n=179	♂ n=186	♀ n=171	♂ n=67	♀ n=61
<b>Peso</b> (kg)	♂	24,70 ± 4,51		24,43 ± 5,56		30,86 ± 7		35,37 ± 8,17		38,05 ± 8,76	
	♀	17,60 - 39		18 - 46,59		19,80 - 65,80		19,50 - 72,60		24 - 66	
	♂	24 ± 3,19		27,17 ± 5,34		30,28 ± 5,57		35,05 ± 7,55		39,75 ± 9,71	
	♀	17 - 36		18,50 - 48,90		19 - 52		20,80 - 62		25,30 - 69,80	
<b>Altura</b> (cm)	♂	120,36 ± 5,56		125,37 ± 6,18		130,89 ± 6,04		136,26 ± 6,09		139,06 ± 6,49	
	♀	107,3 - 136		108 - 145		116 - 150,30		120 - 153		126,80 - 155	
	♂	119,96 ± 5,59		125,47 ± 6,18		129,96 ± 5,39		136,32 ± 6,47		142,73 ± 7,52	
	♀	106 - 149		110 - 168		116,40 - 145		118,20 - 155		128 - 163,70	
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	♂	16,91 ± 2,01		17,32 ± 2,47		17,86 ± 2,85		18,89 ± 3,28		19,55 ± 3,71	
	♀	9,88 - 23,89		12,27 - 27,10		13,11 - 29,24		13,04 - 31,01		14,08 - 32,41	
	♂	16,63 ± 2,02		17,15 ± 2,46		17,83 ± 2,43		18,75 ± 3,12		19,29 ± 3,07	
	♀	12,84 - 25,42		13,06 - 26,34		12,36 - 26,53		13,79 - 29,49		14,97 - 27,89	
<b>Prega</b> <b>tricipital</b> (mm)	♂	10,77 ± 3,46		11,20 ± 4,52		11,94 ± 5,20		14,27 ± 6,24		14,82 ± 5,96	
	♀	4 - 21,50		4 - 24,50		4 - 27		5 - 39		6 - 31	
	♂	9,65 ± 3,91		10,71 ± 4,88		11,46 ± 4,99		13,20 ± 6,19		14,02 ± 5,85	
	♀	4 - 22		4 - 31,50		4,50 - 31		4,50 - 35		6 - 28	
<b>Prega</b> <b>subescap.</b> (mm)	♂	5,52 ± 2,20		6,07 ± 3,84		6,83 ± 4,19		7,94 ± 4,73		8,23 ± 5,08	
	♀	2 - 14		2,50 - 23		2 - 24		3 - 29,50		3,50 - 25,50	
	♂	5,16 ± 2,58		6 ± 3,96		6,57 ± 3,99		7,40 ± 4,71		7,98 ± 5,28	
	♀	2 - 16		2 - 29,50		2,50 - 30,50		2,50 - 29		2,50 - 27	
<b>Soma</b> <b>pregas</b> (mm)	♂	16,29 ± 5,31		17,27 ± 7,82		18,76 ± 8,77		20,60 ± 10,52		23,05 ± 10,47	
	♀	7 - 32,50		7 - 46,25		7 - 49		7,50 - 64		10,50 - 49,50	
	♂	14,80 ± 6,29		16,67 ± 8,49		18,02 ± 8,60		23,05 ± 10,47		22 ± 10,52	
	♀	6,50 - 37,50		6,50 - 61		7,50 - 57		10,50 - 49,50		9 - 52	
<b>Perímetro</b> <b>Cintura</b> (cm)	♂	56,68 ± 4,87		57,85 ± 6,88		60,02 ± 7,43		62,94 ± 8,92		62,69 ± 7,30	
	♀	48,20 - 71,90		47 - 85,50		43 - 81,70		49 - 87		53,90 - 82	
	♂	53,81 ± 4,80		57,32 ± 6,81		58,57 ± 6,53		62,69 ± 7,30		61,62 ± 10,05	
	♀	46 - 69		45,30 - 85,70		47,50 - 80,50		53,90 - 82		34,70 - 77,80	
<b>Massa</b> <b>Gorda</b> (%)	♂	15,67 ± 4,82		16,30 ± 6,54		17,55 ± 7,20		18,29 ± 7,57		21,11 ± 8,01	
	♀	6,38 - 29,18		6,38 - 37,81		6,38 - 39,97		6,74 - 44,64		10,12 - 40,36	
	♂	13,85 ± 5,26		15,27 ± 6,49		16,43 ± 6,58		21,11 ± 8,01		19,42 ± 7,48	
	♀	5,60 - 30,45		5,60 - 43,01		6,74 - 40,82		10,12 - 40,36		8,42 - 38,09	

Gênero (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)

Verifica-se uma tendência do aumento dos valores médios, com o aumento da idade, para todos os parâmetros avaliados. Entre gêneros e idades, rapazes e raparigas apresentam valores médios muito próximos nas diferentes idades, em todos os parâmetros avaliados. No índice de massa corporal (IMC), os valores médios apesar de próximos, são superiores no gênero masculino o mesmo acontece na percentagem de massa gorda (%MG), exceto aos 9 anos.

A tabela (2) refere os valores médios, desvios-padrão, mínimos, máximos e análise da variância das médias nas variáveis antropométricas em estudo entre as diferentes categorias do IMC e entre gêneros.

Tabela 2. Valores descritivos e análise da variância das médias entre categorias do IMC.

		Baixo Peso	Peso Normal	Excesso Peso	Obesidade	F	P
		♂ n=43 - ♀ n=23	♂ n=432 - ♀ n=487	♂ n=155 - ♀ n=180	♂ n=162 - ♀ n=82		
<b>Idade</b> (anos)	♂	7,86 ± 1,17 6 - 10	7,75 ± 1,24 6 - 10	7,74 ± 1,21 6 - 10	7,93 ± 1,24 6 - 10	1,04	0,375
	♀	7,74 ± 1,14 6 - 10	7,66 ± 1,22 6 - 10	7,89 ± 1,21 6 - 10	7,82 ± 1,2 6 - 10	1,70	0,167
<b>Peso</b> (kg)	♂	22,27 ± 2,94 18 - 28,1	26,98 ± 4,60 17,6 - 45,7	32,17 ± 5,2 20,1 - 47,8	40,71 ± 8,56 24 - 72,6	264,14	0,000*
	♀	22,21 ± 2,51 19 - 29	27,05 ± 4,98 17 - 48,9	33,96 ± 6,46 21,6 - 54	41,63 ± 9,24 26,9 - 69,8	188,39	0,000*
<b>Altura</b> (cm)	♂	125,77 ± 7,37 112,7 - 139,5	128,01 ± 8,49 107,3 - 155	130,42 ± 8,05 107,5 - 154	133,79 ± 8,36 108 - 153	22,43	0,000*
	♀	126,77 ± 6,41 118 - 149	128,03 ± 8,74 106 - 155	131,18 ± 8,9 111 - 153,4	133,09 ± 9,38 114,2 - 163,7	11,83	0,000*
<b>IMC</b> (k/m <sup>2</sup> )	♂	13,95 ± 0,81 9,88 - 14,95	16,34 ± 1,01 14,26 - 19,10	18,77 ± 0,99 17,12 - 21,82	22,47 ± 2,5 18,79 - 32,41	844,36	0,000*
	♀	13,79 ± 0,64 12,36 - 14,97	16,34 ± 1,14 13,92 - 19,29	19,51 ± 1,3 17,32 - 23	23,27 ± 2,25 19,48 - 29,49	828,62	0,000*
<b>Prega</b> <b>tricipital</b> (mm)	♂	7,57 ± 2,18 4 - 15	9,68 ± 2,95 4 - 20	13,74 ± 3,80 6 - 24	19,36 ± 4,91 8 - 39	320,99	0,000*
	♀	7,28 ± 2,04 4,5 - 11,8	8,99 ± 3,04 4 - 31,5	14,77 ± 4,3 6,5 - 28	20,42 ± 5 7,5 - 35	306,16	0,000*
<b>Prega</b> <b>subescap.</b> (mm)	♂	3,66 ± 0,91 2 - 6,5	4,81 ± 1,44 2 - 11,5	7,20 ± 2,58 4 - 18	12,48 ± 5,15 4 - 29,5	310,33	0,000*
	♀	3,65 ± 0,97 2 - 6	4,69 ± 1,96 2 - 29,5	8,18 ± 3,48 3 - 25	13,9 ± 5,5 4 - 30	264,12	0,000*
<b>Soma</b> <b>pregas</b> (mm)	♂	11,23 ± 2,71 7 - 21,5	14,49 ± 3,87 7 - 31,5	20,92 ± 5,70 10,5 - 39	31,84 ± 9,07 12 - 58	405,01	0,000*
	♀	10,93 ± 2,71 6,5 - 17,8	13,68 ± 4,66 6,5 - 61	22,94 ± 7,16 9,5 - 52	34,13 ± 9,97 11,5 - 64	328,70	0,000*
<b>Massa</b> <b>Gorda</b> (%)	♂	10,82 ± 2,71 6,38 - 20,62	14,04 ± 3,67 6,38 - 28,48	19,85 ± 4,78 10,12 - 32,14	28,06 ± 6,37 11,67 - 47,01	419,33	0,000*
	♀	10,39 ± 2,76 5,6 - 17,06	13,01 ± 4,07 5,6 - 43,01	20,61 ± 5,12 8,96 - 38,09	27,92 ± 6,04 11,08 - 44,64	327,53	0,000*
<b>Perímetro</b> <b>Cintura</b> (cm)	♂	51,75 ± 2,44 49 - 56,5	55,74 ± 3,48 43 - 63,4	61,22 ± 4,14 52,50 - 72,90	70,68 ± 7,32 55,10 - 88,80	174,52	0,000*
	♀	50,53 ± 2,18 47,5 - 54,5	55 ± 4,64 45,3 - 86,7	62,26 ± 5,36 51 - 77,8	69,14 ± 9,44 34,7 - 87	83,97	0,000*

Gênero (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Os valores descritivos do IMC reportam uma tendência para os valores médios superiores no gênero feminino em todas as categorias do IMC, exceto no baixo peso (BP), porém, para a percentagem %MG e perímetro da cintura (PC) verificam-se valores médios mais elevados no gênero masculino, exceto na categoria de excesso de peso (EP). Verificam-se para todos os parâmetros antropométricos analisados (exceto na idade) diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) na análise de variância entre os valores médios nas diferentes categorias do IMC e para ambos os gêneros sexuais.



Tabela 3. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC na variável idade para ambos os géneros sexuais.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
♂	peso normal	vs	baixo peso	-0,11	0,567	-0,50	0,27
	peso normal	vs	excesso de peso	0,01	0,916	-0,21	0,24
	excesso de peso	vs	baixo peso	-0,12	0,556	-0,54	0,29
	obesidade	vs	baixo peso	0,07	0,734	-0,34	0,49
	obesidade	vs	peso normal	0,18	0,104	-0,04	0,41
	obesidade	vs	excesso de peso	0,20	0,155	-0,07	0,47
♀	peso normal	vs	baixo peso	-0,08	0,763	-0,58	0,43
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,23	0,032*	-0,44	-0,02
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,15	0,577	-0,38	0,68
	obesidade	vs	baixo peso	0,08	0,785	-0,48	0,64
	obesidade	vs	peso normal	0,16	0,281	-0,13	0,44
	obesidade	vs	excesso de peso	-0,07	0,657	-0,39	0,25

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

A tabela refere que a amostra do estudo não apresenta diferenças estatisticamente significativas entre as categorias do IMC para a variável idade em ambos os géneros sexuais, exceto entre a categoria do peso normal (PN) e excesso de peso (EP) para o género feminino.

A diferença verificada poderá estar relacionada com a diferente no N classificado com PN e com EP, nas raparigas. Porém, existe uma distribuição uniforme da média das idades nas diferentes categorias do IMC, em ambos os géneros sexuais, para as restantes comparações.

A figura (3) evidencia a distribuição percentual da totalidade da amostra pelas diferentes categorias do IMC.

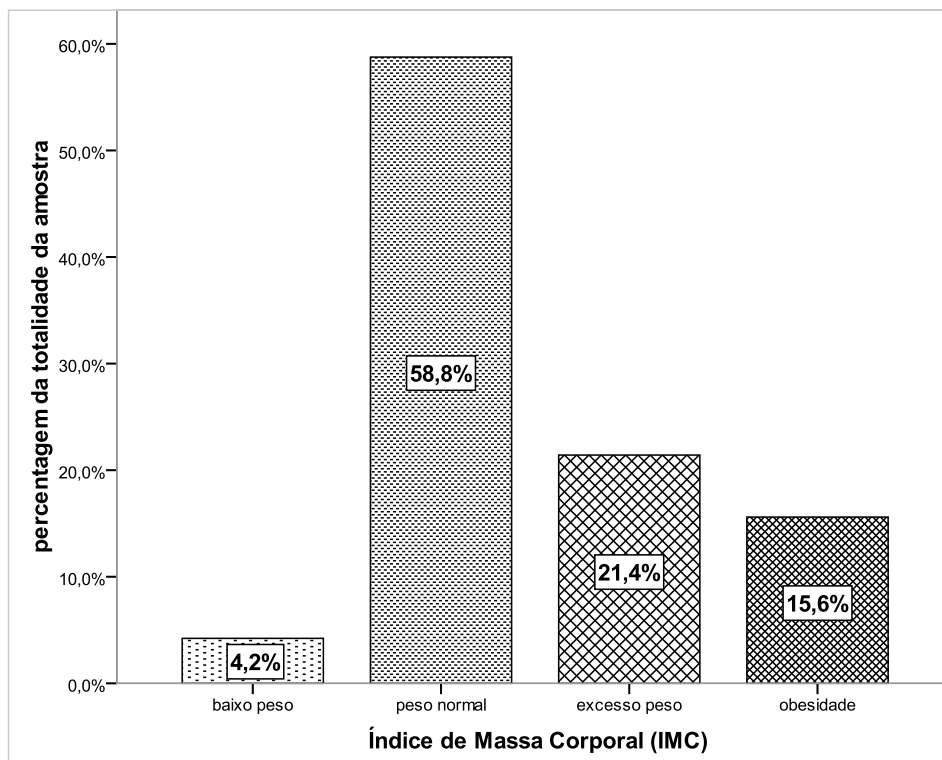


Figura 3. Distribuição percentual da totalidade da amostra pelas categorias do IMC (n=1564).

Através da figura (3) verificam-se que 37% da população estudada tem peso excessivo, excesso de peso e obesidade (OB). Valores que são superiores à referência de dados nacionais encontrados por Padez *et al.* (2004) que se encontram nos 31,6% relativamente ao excesso de peso em crianças.

A figura (4) reflete a distribuição percentual entre as categorias do IMC, por géneros, verificam-se valores percentuais com maior relevância de peso excessivo (excesso de peso e obesidade) para o género masculino (40,1%) e de 33,9% para o género feminino.

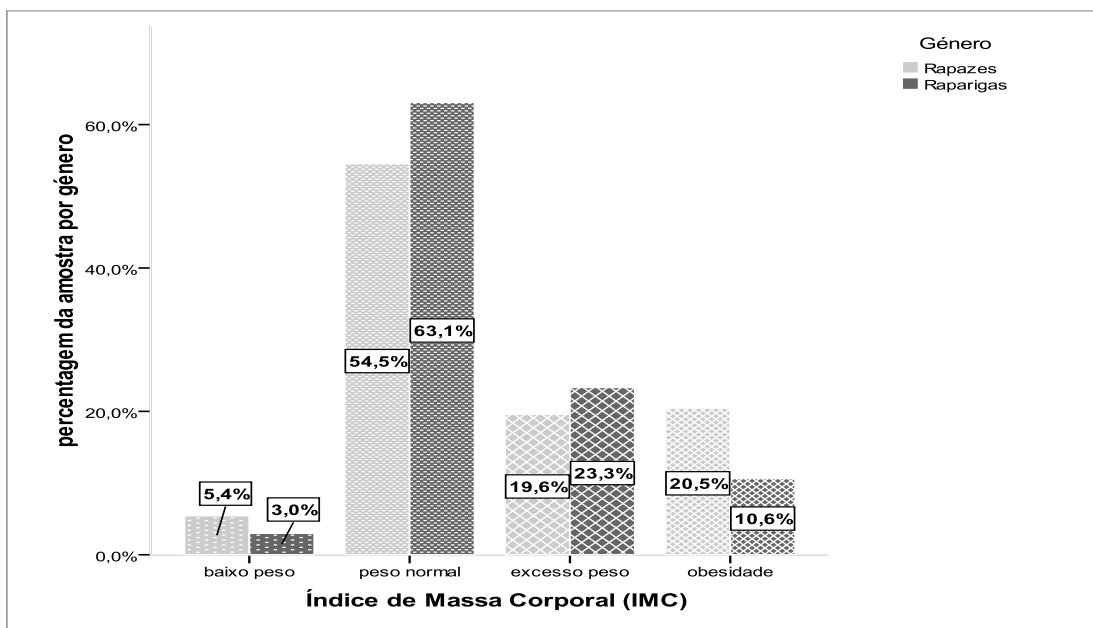


Figura 4. Distribuição percentual da totalidade da amostra, por géneros e pelas categorias de IMC ( $n_{total}=1564$ ).

A figura (5) representada graficamente a evolução do valor da % MG nas diferentes idades e em ambos os géneros sexuais. Verifica-se um aumento com o aumento da idade e um valor superior, para todas as idades, no género masculino.

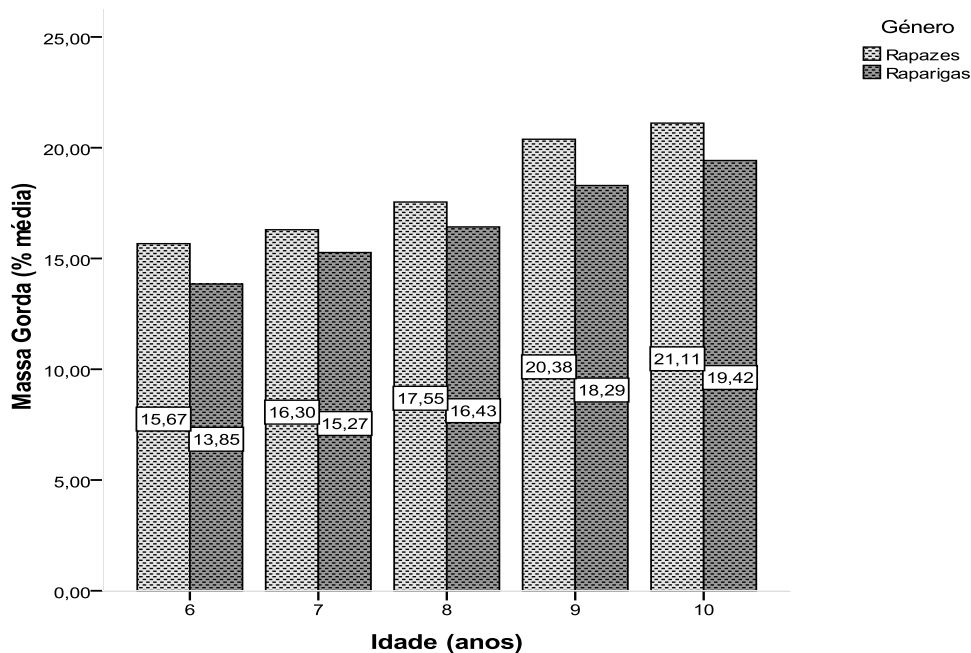


Figura 5. Distribuição das percentagens médias da MG para a totalidade da população estudada, por géneros e idades.

As tabelas (4 e 5) referem as comparações múltiplas entre as categorias do IMC, por géneros, nas variáveis antropométricas relevantes para a avaliação da composição corporal.

Tabela 4. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis da composição corporal em estudo, no género masculino (n= 792).

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
IMC (k/m <sup>2</sup> )	peso normal	vs	baixo peso	2,38	0,000*	1,93	2,83
	peso normal	vs	excesso de peso	-2,43	0,000*	-2,69	-2,17
	excesso de peso	vs	baixo peso	4,81	0,000*	4,33	5,30
	obesidade	vs	baixo peso	8,52	0,000*	8,03	9,00
	obesidade	vs	peso normal	6,13	0,000*	5,87	6,39
Massa Gorda (%)	obesidade	vs	excesso de peso	3,70	0,000*	3,39	4,02
	peso normal	vs	baixo peso	3,22	0,000*	1,80	4,64
	peso normal	vs	excesso de peso	-5,81	0,000*	-6,65	-4,98
	excesso de peso	vs	baixo peso	9,03	0,000*	7,50	10,57
	obesidade	vs	baixo peso	17,24	0,000*	15,71	18,77
P.Cintura (cm)	obesidade	vs	peso normal	14,02	0,000*	13,20	14,84
	obesidade	vs	excesso de peso	8,20	0,000*	7,21	9,21
	peso normal	vs	baixo peso	3,99	0,014*	0,83	7,15
	peso normal	vs	excesso de peso	-5,48	0,000*	-6,86	-4,10
	excesso de peso	vs	baixo peso	9,47	0,000*	6,17	12,77
P.Cintura (cm)	obesidade	vs	baixo peso	18,92	0,000*	15,65	22,20
	obesidade	vs	peso normal	14,94	0,000*	13,61	16,26
	obesidade	vs	excesso de peso	9,46	0,000*	7,83	11,09

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Verifica-se (tabela 4), através do teste de *posthoc*, em todas as variáveis apresentadas significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) nas comparações múltiplas entre as diferentes categorias do IMC, no género masculino.

Tabela 5. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis da composição corporal em estudo, no género feminino (n=772).

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
IMC (k/m <sup>2</sup> )	peso normal	vs	baixo peso	2,55	0,000*	1,99	3,10
	peso normal	vs	excesso de peso	-3,18	0,000*	-3,40	-2,95
	excesso de peso	vs	baixo peso	5,72	0,000*	5,14	6,30
	obesidade	vs	baixo peso	9,48	0,000*	8,87	10,10
	obesidade	vs	peso normal	6,93	0,000*	6,62	7,25
Massa Gorda (%)	obesidade	vs	excesso de peso	3,76	0,000*	3,41	4,11
	peso normal	vs	baixo peso	2,62	0,007*	0,71	4,52
	peso normal	vs	excesso de peso	-7,60	0,000*	-8,38	-6,82
	excesso de peso	vs	baixo peso	10,22	0,000*	8,24	12,20
	obesidade	vs	baixo peso	17,53	0,000*	15,42	19,64
P.Cintura (cm)	obesidade	vs	peso normal	14,91	0,000*	13,84	15,98
	obesidade	vs	excesso de peso	7,31	0,000*	6,11	8,50
	peso normal	vs	baixo peso	4,47	0,015*	0,88	8,07
	peso normal	vs	excesso de peso	-7,26	0,000*	-8,87	-5,64
	excesso de peso	vs	baixo peso	11,73	0,000*	7,97	15,49
P.Cintura (cm)	obesidade	vs	baixo peso	18,61	0,000*	14,68	22,53
	obesidade	vs	peso normal	14,14	0,000*	12,15	16,12
	obesidade	vs	excesso de peso	6,88	0,000*	4,62	9,14

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Também no género feminino, as variáveis do IMC, %MG e PC apresentam diferenças significativa nas comparações múltiplas entre as diferentes categorias do IMC. Tal fato permite inferir que estes parâmetros se apresentam como fidedignos na representação da composição massa corporal.

O conjunto das curvas da OMS de 2007 é um instrumento cientificamente robusto e pretende representar uma melhor descrição sobre a evolução do peso corporal para crianças e adolescentes (WHO, 2007). A OMS (2007) construiu cinco curvas de percentis para classificar o nível de obesidade entre os 5 e os 19 anos. O seu significado reporta para a classificação, em ambos os géneros sexuais, expressas no quadro 14.

Quadro 13. Classificação das curvas de percentis (OMS, 2007).

<b>Percentil</b>	<b>Classificação</b>
< 3 <sup>rd</sup>	Magreza severa
<15 <sup>th</sup>	Magreza
≥ 15 <sup>th</sup>	Normal
≥ 85 <sup>th</sup>	Excesso de Peso
≥ 97 <sup>th</sup>	Obeso

A Incorporação das curvas de percentil da amostra (figuras 6 e 7), pretende indicar uma perspetiva do desenvolvimento do peso corporal e estabelecer uma referência quando comparadas com as curvas da OMS (2007), nas crianças estudadas da nossa amostra na respetiva faixa etária.

Na construção das curvas de percentis da amostra e comparando-as com as curvas da OMS de 2007 existe, para todas os valores percentilados, e em ambos os géneros, valores mais elevados do IMC comparativamente aos valores percentilados nas curvas da OMS de 2007.

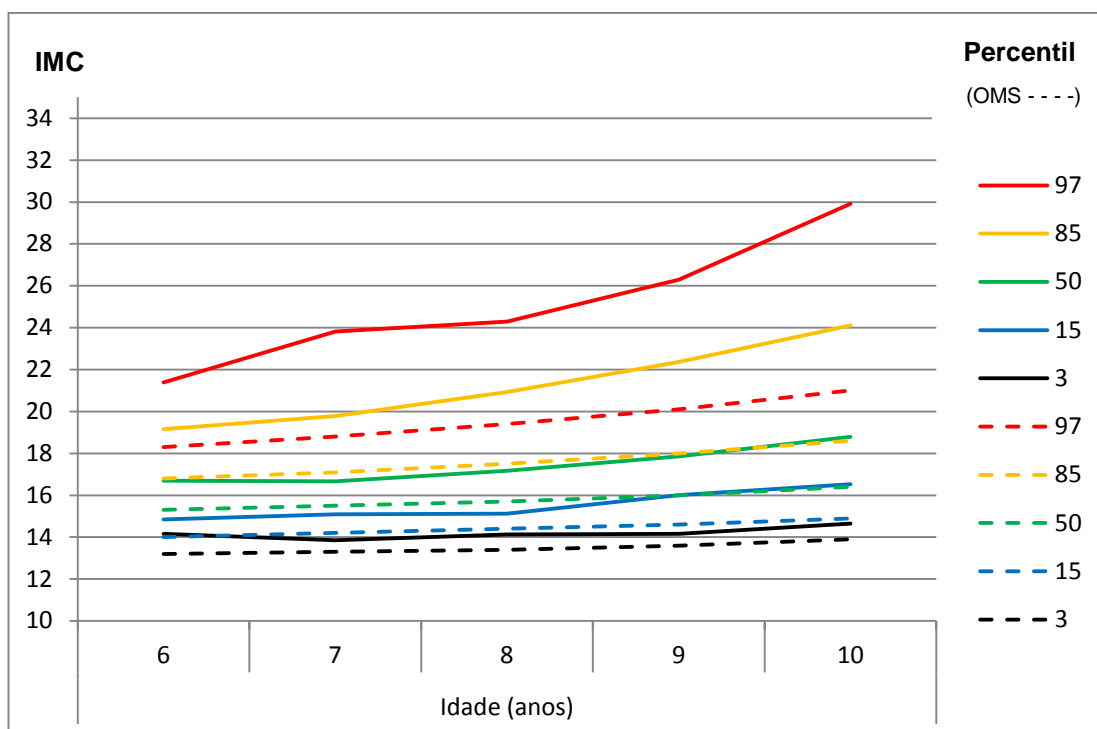


Figura 6. Curvas dos valores de percentil do IMC da amostra em estudo comparativamente aos valores de percentil da OMS, para o género masculino nas diferentes idades (n=792). Amostra

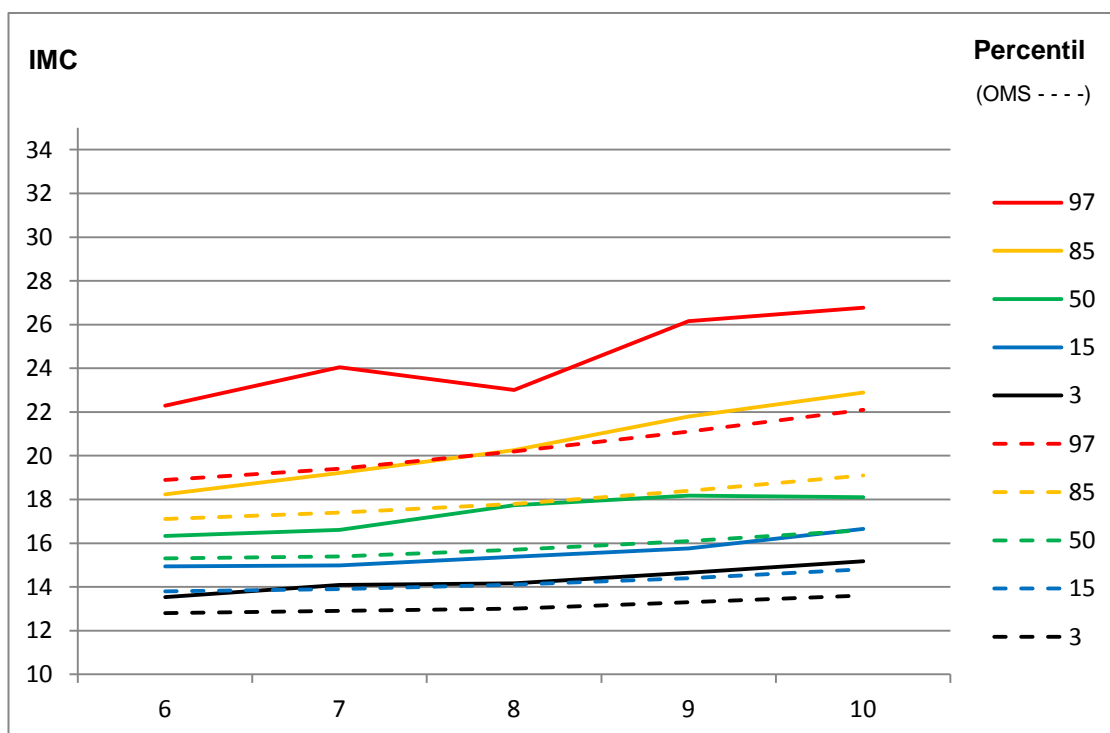


Figura 7. Curvas dos valores de percentil do IMC da amostra em estudo comparativamente aos valores de percentil da OMS, para o género feminino nas diferentes idades (n=772).

## 4.2. Função Pulmonar e obesidade infantil.

Na tabela (6) são apresentados os valores descritivos dos parâmetros da função pulmonar avaliadas através dos testes espirométricos. Os resultados são apresentados para a totalidade da amostra, por género sexual e nas diferentes idades.

Tabela 6. Valores descritivos por idade e género dos parâmetros espirométricos da totalidade da amostra no estudo da função pulmonar ( $n_{\text{total}} = 572$ ;  $\text{♂} n = 295$   $\text{♀} n = 277$ ).

		Idade (anos)									
		6		7		8		9		10	
		♂ n=48	♀ n=54	♂ n=82	♀ n=91	♂ n=79	♀ n=63	♂ n=73	♀ n=56	♂ n=13	♀ n=13
CVF (l)	♂	n= 48 1,62 ± 0,30 1,01 - 2,19		n= 82 1,76 ± 0,37 1,04 - 2,81		n= 79 1,99 ± 0,35 1,34 - 2,76		n= 73 2,20 ± 0,44 0,91 - 3,26		n= 13 2,29 ± 0,27 1,83 - 2,79	
	♀	n= 54 1,44 ± 0,28 0,84 - 2,42		n= 91 1,63 ± 0,30 0,62 - 2,40		n= 63 1,83 ± 0,33 1,15 - 2,59		n= 56 2,08 ± 0,40 1,04 - 3,18		n= 13 2,32 ± 0,48 1,51 - 3,27	
CVF (%)	♂	n= 48 92,16 ± 13,28 62,60 - 116,90		n= 82 93,53 ± 17,37 43 - 137		n= 79 97,68 ± 14,12 63,40 - 137,80		n= 73 98,57 ± 16,01 53,90 - 131,40		n= 13 105,27 ± 10,12 88,90 - 125,80	
	♀	n= 54 99,11 ± 14,76 66,10 - 140		n= 91 98,13 ± 14,72 44,30 - 130,30		n= 63 99,95 ± 15,10 63 - 140,20		n= 56 99,44 ± 11,76 71,50 - 118,20		n= 13 101,25 ± 12,43 74,50 - 116,90	
VEF <sup>1</sup> (l)	♂	n= 40 1,55 ± 0,26 1,08 - 2		n= 68 1,66 ± 0,29 0,98 - 2,33		n= 76 1,84 ± 0,29 1,26 - 2,47		n= 68 2,03 ± 0,32 1,24 - 3,14		n= 13 2,09 ± 0,26 1,75 - 2,75	
	♀	n= 46 1,37 ± 0,25 0,86 - 2,10		n= 81 1,54 ± 0,30 0,61 - 2,23		n= 57 1,72 ± 0,29 1,21 - 2,44		n= 49 1,89 ± 0,36 0,71 - 2,55		n= 12 2,19 ± 0,34 1,55 - 2,77	
VEF <sup>1</sup> (%)	♂	n= 40 99,97 ± 12,05 76,60 - 122		n= 69 98,92 ± 18,88 46,30 - 137,80		n= 76 102,14 ± 0,27 71,50 - 143,70		n= 69 102,83 ± 13,29 65,60 - 128,30		n= 13 108,47 ± 8,22 96,10 - 121,70	
	♀	n= 45 100,57 ± 17,37 64,60 - 153,10		n= 81 97,25 ± 16,87 37,50 - 127,30		n= 57 99,07 ± 14,17 71,70 - 140,10		n= 48 95,75 ± 15,25 21,50 - 118,40		n= 12 99,77 ± 11,18 71,50 - 115,70	
PFE (l/seg.)	♂	n= 48 3,16 ± 0,97 1,48 - 7,81		n= 82 3,07 ± 0,68 1,30 - 4,50		n= 79 3,50 ± 0,80 1,84 - 5,37		n= 73 3,91 ± 0,92 1,53 - 5,89		n= 13 4,25 ± 0,85 2,91 - 5,77	
	♀	n= 54 2,69 ± 0,74 1,04 - 4,69		n= 91 2,95 ± 0,80 0,96 - 4,87		n= 63 3,21 ± 0,72 1,91 - 4,66		n= 56 1,89 ± 0,36 0,71 - 2,55		n= 13 3,94 ± 1,14 1,91 - 6,28	
PFI (l/seg.)	♂	n= 38 1,36 ± 0,74 0,14 - 2,59		n= 61 1,29 ± 0,73 0,13 - 3,04		n= 58 1,46 ± 0,85 0,37 - 3,63		n= 52 1,40 ± 0,73 0,21 - 3,13		n= 10 0,86 ± 0,58 0,22 - 2,12	
	♀	n= 40 1,12 ± 0,66 0,18 - 2,56		n= 69 1,12 ± 0,67 0,23 - 2,63		n= 42 1,31 ± 0,81 0,17 - 2,78		n= 41 1,21 ± 0,84 0,19 - 3,22		n= 9 1,10 ± 0,63 0,51 - 2,47	
VEF <sup>1</sup> /CVF (%)	♂	n= 40 93,30 ± 5,96 73,80 - 100		n= 68 90,67 ± 7,35 65,40 - 100		n= 76 92,68 ± 5,49 76,70 - 99,40		n= 69 90,88 ± 5,84 77,70 - 100		n= 13 91,22 ± 5,61 83 - 99,60	
	♀	n= 46 93,45 ± 5,39 76,60 - 99,90		n= 81 93,65 ± 6,30 66,90 - 111,20		n= 57 91,96 ± 4,10 81,20 - 97,80		n= 49 91,05 ± 5,98 68,80 - 99,30		n= 12 92,13 ± 3,95 84,80 - 98,90	
VEF <sup>1</sup> /CV (%)	♂	n= 40 98,82 ± 12,10 67,90 - 132,60		n= 68 97,28 ± 11,60 67,10 - 128,80		n= 76 95,28 ± 8,72 78,50 - 121,40		n= 69 95,92 ± 10,29 - 126,10	76	n= 13 95,26 ± 4,98 85,40 - 102,80	

Influência da obesidade infantil na função pulmonar e na capacidade cardiorespiratória

	♀	n= 46 102,56 ± 13,92 68,60 - 147,70	n= 81 102,39 ± 15,41 60,20 - 148,40	n= 57 98,39 ± 11,79 79,60 - 141	n= 49 92,95 ± 12,28 35,20 - 131,20	n= 12 103,76 ± 14,96 85,30 - 136,30
<b>FEF25- 75</b> (l/seg)	♂	n= 48 1,91 ± 0,52 0,45 - 3,12	n= 82 2,06 ± 0,51 0,82 - 3,84	n= 79 2,34 ± 0,51 1,43 - 3,63	n= 73 2,46 ± 0,57 1,32 - 4,21	n= 13 2,58 ± 0,55 1,84 - 3,75
	♀	n= 54 1,84 ± 0,48 0,83 - 2,74	n= 91 2,12 ± 0,74 0,75 - 6,70	n= 63 2,17 ± 0,50 1,34 - 4,14	n= 56 2,41 ± 0,63 0,66 - 3,72	n= 13 2,64 ± 0,48 1,53 - 3,11
<b>FEM 75</b> (l/seg)	♂	n= 48 2,83 ± 0,72 0,94 - 4,64	n= 82 2,90 ± 0,65 1,12 - 4,43	n= 79 3,31 ± 0,78 1,49 - 5,15	n= 73 3,62 ± 0,82 1,53 - 5,54	n= 13 4,02 ± 0,85 2,87 - 5,62
	♀	n= 54 2,51 ± 0,72 0,97 - 4,28	n= 91 2,80 ± 0,81 0,73 - 4,54	n= 63 3,05 ± 0,72 1,78 - 4,53	n= 56 3,34 ± 1,05 0,65 - 5,19	n= 13 3,78 ± 1,06 1,87 - 5,72
<b>FEM 50</b> (l/seg)	♂	n= 48 2,21 ± 0,50 1,19 - 3,57	n= 82 2,23 ± 0,54 0,82 - 3,28	n= 79 2,58 ± 0,63 1,19 - 4,06	n= 73 2,68 ± 0,65 1,39 - 4,60	n= 13 2,88 ± 0,59 2,01 - 4,12
	♀	n= 54 2,02 ± 0,55 0,80 - 3,07	n= 91 2,28 ± 0,81 0,67 - 4,18	n= 63 2,38 ± 0,52 1,36 - 4,20	n= 56 2,65 ± 0,75 0,67 - 4,03	n= 13 2,90 ± 0,59 1,55 - 3,42
<b>FEM 25</b> (l/seg)	♂	n= 48 1,29 ± 0,31 0,67 - 2,02	n= 82 1,34 ± 0,38 0,63 - 2,28	n= 79 1,47 ± 0,36 0,86 - 2,28	n= 73 1,51 ± 0,44 0,15 - 2,75	n= 13 1,54 ± 0,50 0,91 - 2,57
	♀	n= 54 1,22 ± 0,31 0,69 - 1,97	n= 91 1,32 ± 0,39 0,21 - 2,30	n= 63 1,35 ± 0,30 0,75 - 2,07	n= 56 1,60 ± 0,50 0,62 - 3,09	n= 13 1,65 ± 0,31 1,17 - 2,35
<b>CVE</b> (l)	♂	n= 43 1,54 ± 0,32 0,86 - 2,26	n= 74 1,69 ± 0,36 0,87 - 2,50	n= 78 1,95 ± 0,34 1,25 - 2,73	n= 73 2,09 ± 0,44 0,21 - 3,12	n= 13 2,20 ± 0,27 1,72 - 2,72
	♀	n= 51 1,34 ± 0,29 0,87 - 2,32	n= 81 1,55 ± 0,27 0,79 - 2,19	n= 58 1,74 ± 0,34 0,89 - 2,42	n= 53 2,04 ± 0,36 1,14 - 2,75	n= 11 2,07 ± 0,58 1,07 - 3,25
<b>VRE</b> (l)	♂	n= 41 0,42 ± 0,23 0,07 - 0,96	n= 59 0,48 ± 0,24 0,05 - 1,38	n= 55 0,55 ± 0,24 0,06 - 1,18	n= 51 0,62 ± 0,32 0,11 - 1,59	n= 10 0,57 ± 0,22 0,29 - 1,02
	♀	n= 37 0,34 ± 0,21 0,04 - 1,22	n= 76 0,42 ± 0,21 0,05 - 0,99	n= 47 0,45 ± 0,24 0,09 - 1,11	n= 44 0,65 ± 0,39 0,04 - 1,73	n= 10 0,80 ± 0,88 0,30 - 3,25
<b>VRI</b> (l)	♂	n= 41 0,76 ± 0,26 0,21 - 1,34	n= 58 0,77 ± 0,28 0,12 - 1,50	n= 54 0,86 ± 0,38 0,18 - 1,77	n= 47 0,92 ± 0,37 0,13 - 2	n= 10 1,05 ± 0,38 0,50 - 1,65
	♀	n= 35 0,57 ± 0,23 0,05 - 1,03	n= 73 0,74 ± 0,25 0,11 - 1,31	n= 44 0,79 ± 0,25 0,32 - 1,21	n= 38 0,97 ± 0,39 0,09 - 1,57	n= 9 0,89 ± 0,26 0,39 - 1,33
<b>VE</b> (l/min)	♂	n= 48 7,18 ± 3,64 2,10 - 16,50	n= 81 8,90 ± 4,40 1,90 - 23,70	n= 79 10,28 ± 6 1,80 - 31,50	n= 73 11,88 ± 5,34 2,70 - 25,40	n= 13 11,39 ± 4,01 4,50 - 17,80
	♀	n= 54 7,12 ± 3,97 2,20 - 16,80	n= 91 8,35 ± 4,82 2 - 24,10	n= 63 10,15 ± 6,41 2,20 - 35,10	n= 56 10,54 ± 5,64 2,20 - 26,40	n= 13 13,10 ± 7,08 4,60 - 30,60
<b>FR</b> (1/min)	♂	n= 48 23,13 ± 6,24 10,30 - 42,30	n= 81 24,49 ± 10,59 9,40 - 76	n= 79 23,96 ± 9,62 11,50 - 73,80	n= 73 24,06 ± 7,50 13,30 - 52	n= 13 23,34 ± 8,42 14,10 - 44,60
	♀	n= 54 20,59 ± 5,74 11 - 36,60	n= 91 23,49 ± 8,47 10,40 - 53,70	n= 63 23,77 ± 9,89 10,60 - 53,60	n= 56 23,81 ± 6,94 10,90 - 46,60	n= 13 27,57 ± 6,27 19,50 - 37,40
<b>VVM</b> (l/min)	♂	n= 48 49 ± 12,13 22,90 - 75,20	n= 81 49,74 ± 12,16 23,50 - 78,70	n= 79 57,55 ± 12,46 33,50 - 88,20	n= 73 62,55 ± 15,19 20,80 - 96,90	n= 13 65,28 ± 10,35 40,60 - 85,10
	♀	n= 54 44,66 ± 8,71 20 - 59,90	n= 90 50,57 ± 11,46 22 - 80,40	n= 63 53,85 ± 12,10 30,80 - 80,10	n= 55 60,37 ± 15,88 20,70 - 91,80	n= 13 60,75 ± 19,20 15,90 - 83,20

Gênero (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.- máx.).



A tabela (6) descreve uma tendência crescente dos valores médios da CVF com o aumento da idade, quer em termos absolutos quer percentuais.

Em termos absolutos os valores médios são superiores nos meninos (exceto aos 10 anos). Em termos preditos (% CVF) os valores médios são mais elevados no género feminino (exceto aos 10 anos).

No parâmetro espirométrico %VEF<sup>1</sup>/CVF os valores médios tendem a ser bastante aproximados (acima dos 90%) em todas as idades e em ambos os géneros.

A avaliação do FEF<sub>%25-75</sub> descreve um aumento dos valores médios absolutos com a idade. O mesmo acontece na CVE e na VVM.

Em todas as idades os parâmetros das variáveis estudadas, através dos testes espirométricos, apresentam valores médios mais elevados no género masculino, excetuando nos parâmetros %CVF (6,7,8 e 9 anos), %VEF<sup>1</sup>/CVF (6, 7, 9 e 10 anos) VEF<sup>1</sup>/CV (6, 7, 8, e 10 anos), onde os valores médios nestes parâmetros e nas idades referidas são superiores no género feminino.

As figuras (8 e 9) descrevem graficamente a evolução dos parâmetros com valores absolutos avaliados no teste da CV (lenta) e na CVF para o aumento da idade. Para ambos os testes realizado os parâmetros absolutos crescem entre a idade de 6 anos para 10 anos (exceto o PFI nos rapazes), nos dois géneros.

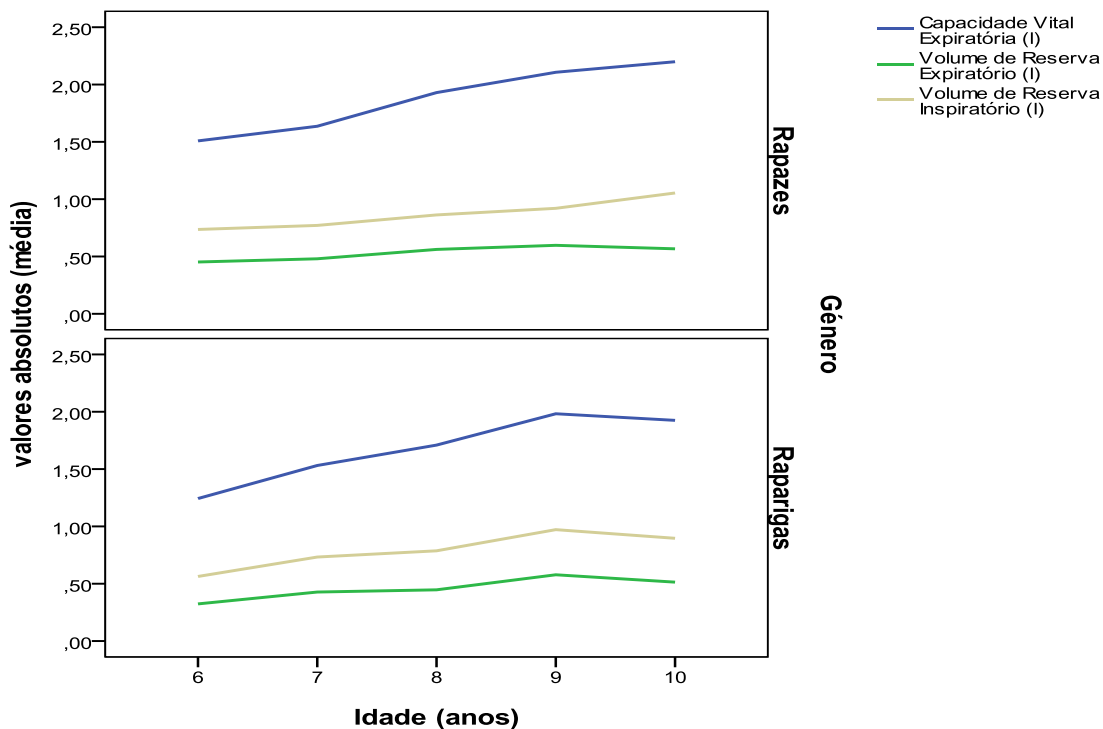


Figura 8. Distribuição dos valores absolutos dos parâmetros espirométricos no teste da Capacidade Vital (lenta), pela idade e género sexual.

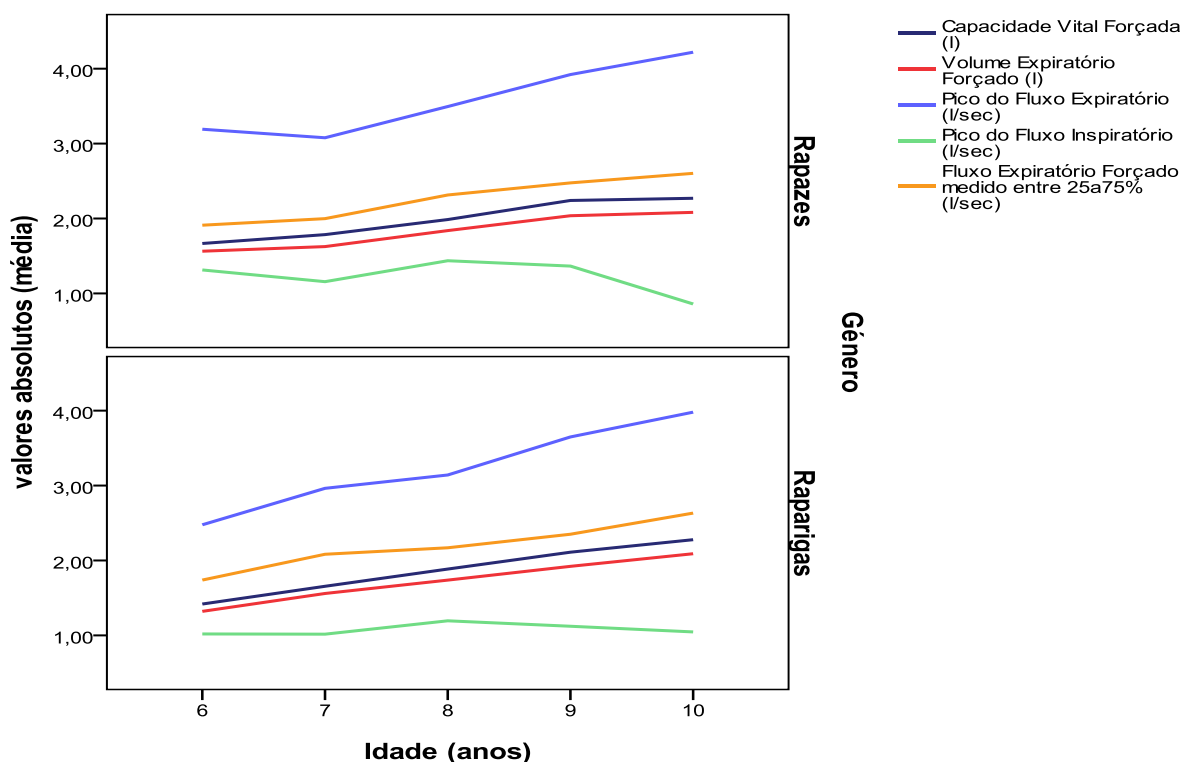


Figura 9. Distribuição dos valores absolutos dos parâmetros espirométricos no teste da Capacidade Vital Forçada (CVF), pela idade e género sexual.

A figura (10) reflete a distribuição percentual das frequências relativas da CVF, (igual ou superior e inferior, para os valores preditos de acordo com a classificação da ATS (1995).

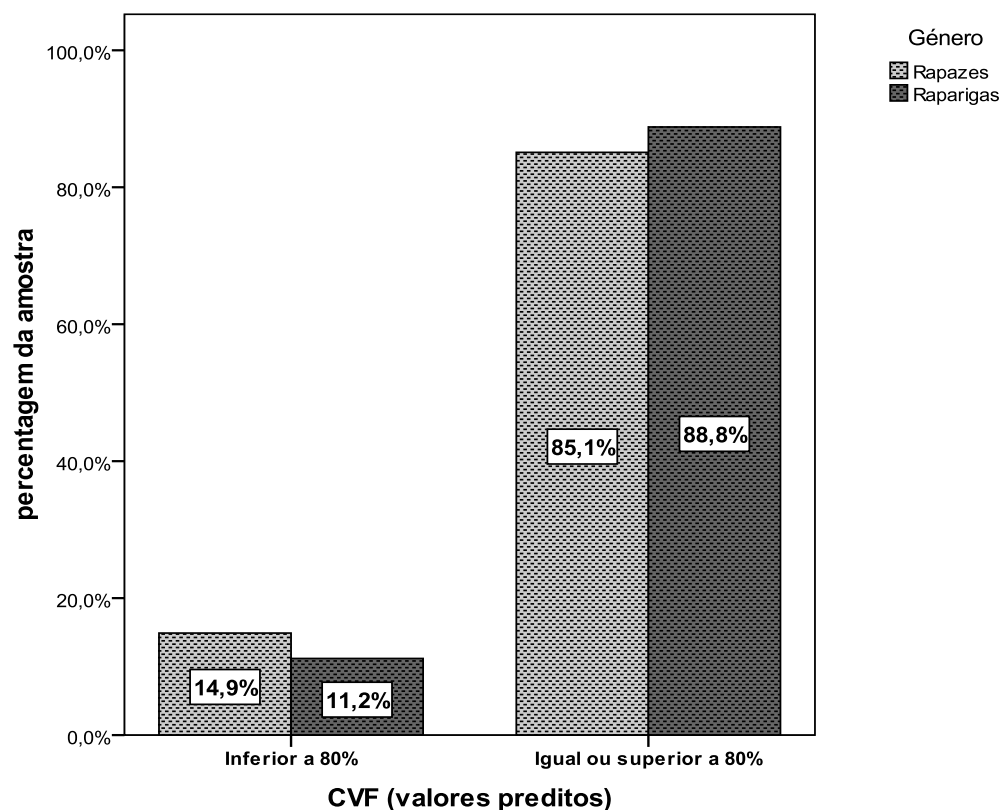


Figura 10. Distribuição das frequências relativas dos valores preditos da CVF para a totalidade da amostra em ambos os géneros.

Através da figura (10) é possível verificar que a maioria da população estudada (85,1% dos rapazes e 88,8% das raparigas) apresenta, valores (igual ou) acima dos 80% dos valores preditos que é o valor de corte de acordo com as normas de classificação da ATS (1995), para a idade e género sexual.

Os resultados expressos na tabela (7) referem que a CVF difere significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino nas idades de 6, 7 e 8 anos. Verificando-se valores médios superiores no género masculino para as respetivas idades.

Tabela 7. Comparação da CVF (valores absolutos) entre géneros para as diferentes idades da amostra.

CVF (l)	idade (anos)	P	diferença de Médias	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
<b>Comparação entre o género masculino e feminino</b>  (♂ vs ♀)	6	0,004*	0,17	0,06	0,29
	7	0,012*	0,13	0,03	0,23
	8	0,006*	0,16	0,05	0,28
	9	0,125	0,12	-0,03	0,26
	10	0,869	-0,03	-0,34	0,29

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .

A figura (11) representa a distribuição percentual dos valores médios da CVF pelas diferentes categorias do IMC, em ambos os géneros.

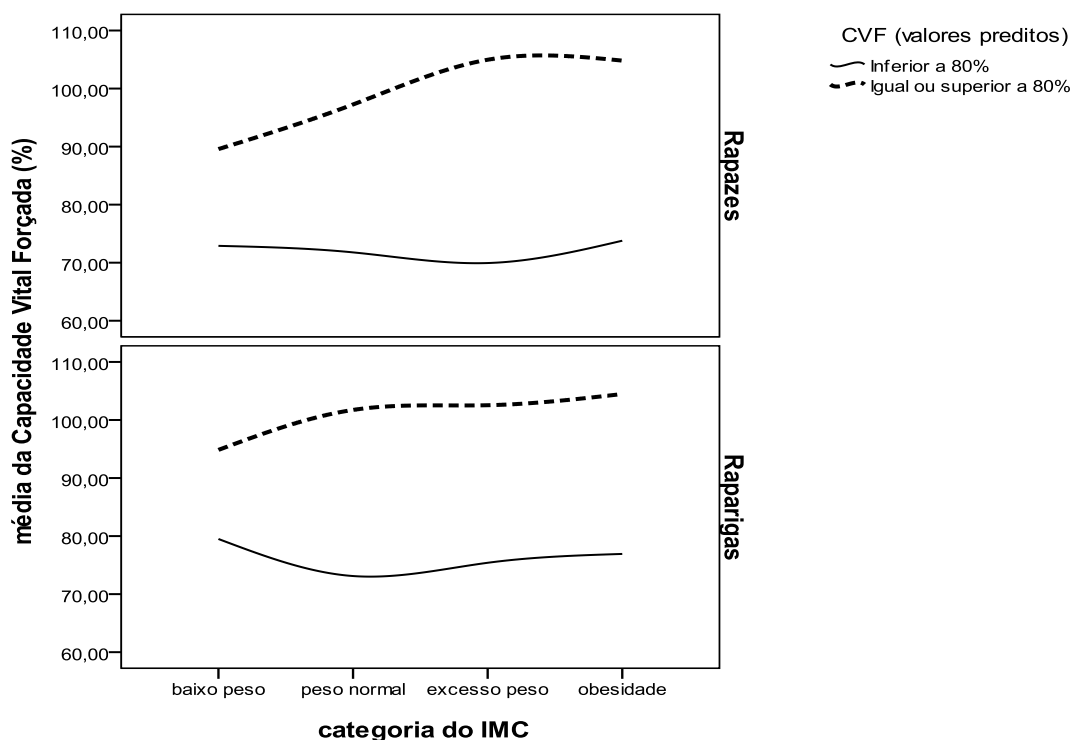


Figura 11. Distribuição dos valores médios da capacidade vital forçada (CVF) pelas diferentes categorias do IMC, em ambos os géneros.

Os valores médios percentuais da CVF apresentam uma tendência crescente com o aumento do IMC. Os valores percentuais médios aqui apresentados, superiores aos 80% do valor predito para a idade e género sexual, aumentam com o grau de severidade do IMC. Tal fato pode indicar que não existe influência nefasta do IMC na CVF ou, sugerir-nos, uma influência condicionada pelos diâmetros torácicos e de toda a estrutura, quer anatómica quer fisiológica do desenvolvimento maturacional do aparelho respiratório.

A tabela (8) descreve a percentagem de população (acima  $\geq 80\%$  e abaixo  $< 80\%$ ) do valor predito, nas diferentes categorias do IMC e em ambos os géneros sexuais, distribuídas pelos parâmetros referenciados nos valores critérios de corte da classificação adotada pela ATS (1995) de caracterização da função pulmonar através da espirometria.

Tabela 8. Distribuição das percentagens dos valores preditos nos diversos parâmetros para a totalidade da amostra em ambos os géneros e nas diferentes categorias do IMC (n= 572).

		CVF		FEV <sup>1</sup>		VEF <sup>1</sup> /CVF		VEF <sup>1</sup> / CV		FEF <sub>25-75%</sub>	
		< 80%	$\geq 80\%$	< 80%	$\geq 80\%$	< 80%	$\geq 80\%$	< 80%	$\geq 80\%$	< 70%	$\geq 70\%$
<b>Baixo Peso</b>	♂	22,2	77,8	25	75	0	100	0	100	0	100
	♀	11,1	88,9	11,1	88,9	0	100	0	100	11,1	88,9
<b>Peso Normal</b>	♂	17	83	5,5	94,5	2,8	97,2	4,2	95,8	1,8	98,2
	♀	10,8	89,2	10,3	89,7	4,7	95,3	4,1	95,9	3	97
<b>Excesso Peso</b>	♂	9,4	90,6	8,2	91,8	10	90	6	94	9,4	90,6
	♀	9,8	90,2	7,7	92,3	1,9	98,1	5,8	94,2	0	100
<b>Obesidade</b>	♂	11,8	88,2	3,1	96,9	6,3	93,8	4,7	95,3	1,5	98,5
	♀	10,5	89,5	8,3	91,7	2,8	97,2	2,8	97,2	0	100

A tabela (9) descreve os valores médios, desvios-padrão, mínimo, máximos e análise da variância das médias das variáveis espirométricas entre as categorias do IMC, no estudo da função pulmonar.

Tabela 9. Valores descritivos da Função Pulmonar e Anova One-Way por categorias do IMC.

		Baixo Peso ♂ n=9 - ♀ n=9	Peso Normal ♂ n=165 - ♀ n=169	Excesso Peso ♂ n=53 - ♀ n=61	Obesidade ♂ n=68 - ♀ n=38	F	P
CVF (l)	♂	n=9 1,58 ± 0,24 1,28 - 1,93	n=165 1,80 ± 0,36 0,91 - 2,79	n=53 2,05 ± 0,39 1,30 - 2,76	n=68 2,20 ± 0,46 1,04 - 3,26	20,68	0,000*
	♀	n=9 1,73 ± 0,66 1,14 - 3,18	n=169 1,69 ± 0,39 0,62 - 2,83	n=61 1,84 ± 0,39 1,02 - 2,75	n=38 1,98 ± 0,43 1,17 - 3,27	6,41	0,000*
CVF (%)	♂	n=9 85,87 ± 9,07 67,7 - 95,3	n=165 92,93 ± 14,32 53,9 - 137	n=53 101,66 ± 16,14 43 - 137,8	n=68 101,16 ± 16,01 67,4 - 132,9	8,92	0,000*
	♀	n=9 93,14 ± 8,43 79,5 - 104,5	n=167 98,65 ± 14,69 44,3 - 140,2	n=61 99,88 ± 13,79 63 - 130,3	n=38 101,57 ± 12,81 74,9 - 129,7	1,04	0,374
VEF <sup>1</sup> (l)	♂	n=8 1,52 ± 0,27 1,17 - 1,91	n=144 1,72 ± 0,3 1,08 - 2,75	n=49 1,86 ± 0,34 ,98 - 2,47	n=64 2,02 ± 0,34 1,18 - 3,14	15,83	0,000*
	♀	n=9 1,41 ± 0,29 1,06 - 2,10	n=148 1,60 ± 0,36 0,61 - 2,63	n=52 1,71 ± 0,34 ,94 - 2,39	n=36 1,85 ± 0,36 1,11 - 2,77	6,64	0,000*
VEF <sup>1</sup> (%)	♂	n=8 90,24 ± 13,34 66,1 - 105,5	n=146 99,69 ± 12,92 65,6 - 137,7	n=49 104,4 ± 16,62 46,3 - 143,7	n=64 104,68 ± 13,67 75,1 - 137,8	4,43	0,005*
	♀	n=9 90,38 ± 7,52 80 - 101,6	n=148 97,93 ± 17,51 21,5 - 153,1	n=52 99,03 ± 13,25 71,7 - 127,3	n=36 99,51 ± 12,84 73,3 - 127	0,88	0,453
PFE (l/seg)	♂	n=9 2,97 ± 0,87 1,53 - 3,79	n=165 3,35 ± 0,88 1,71 - 7,81	n=53 3,59 ± 0,78 1,30 - 5,05	n=68 3,68 ± 1 1,48 - 5,89	3,46	0,017*
	♀	n=9 2,68 ± 0,93 1,66 - 4,69	n=169 3,04 ± 0,89 0,71 - 5,35	n=61 3,23 ± 0,89 1,46 - 5,37	n=38 3,45 ± 1,11 1,38 - 6,28	2,94	0,034*
PFI (l/seg)	♂	n=5 1,51 ± 0,50 1,18 - 2,39	n=126 1,29 ± 0,77 0,20 - 3,5	n=39 1,62 ± 0,81 0,39 - 3,62	n=49 1,28 ± 0,69 0,13 - 2,92	2,07	0,105
	♀	n=6 1,07 ± 0,33 0,63 - 1,60	n=118 1,17 ± 0,69 0,17 - 2,78	n=49 1,15 ± 0,76 0,18 - 2,75	n=28 1,28 ± 0,91 0,20 - 3,22	0,23	0,874
VEF <sup>1</sup> /CVF (%)	♂	n=8 93,29 ± 5,24 83,5 - 99	n=144 92,99 ± 5,52 77,8 - 100	n=50 89,49 ± 7,31 65,4 - 100	n=64 90,3 ± 6,24 76,7 - 99	5,72	0,001*
	♀	n=9 92,76 ± 4,52 86,7 - 100	n=148 93,04 ± 5,94 66,9 - 111,2	n=52 91,69 ± 4,96 78,1 - 100	n=36 92,23 ± 5,03 77,7 - 99,8	0,82	0,484
VEF <sup>1</sup> /CV (%)	♂	n=8 96,45 ± 11,28 80 - 116,4	n=144 97,28 ± 9,98 71,5 - 132,6	n=50 97,25 ± 11,46 67,1 - 126,1	n=64 94,11 ± 9,98 68 - 120,2	1,51	0,213
	♀	n=9 98,42 ± 14,62 82,6 - 131,2	n=148 99,27 ± 13,07 35,2 - 137,7	n=52 99,58 ± 15,83 68,6 - 148,4	n=36 101,77 ± 15,95 79,5 - 147,7	0,33	0,807
FEF <sub>25-75</sub> (l/seg.)	♂	n=9 2,01 ± 0,60 1,21 - 3,08	n=165 2,19 ± 0,5 0,99 - 3,75	n=54 2,21 ± 0,68 0,45 - 3,84	n=68 2,37 ± 0,60 1,24 - 4,21	2,20	0,088
	♀	n=9 1,74 ± 0,32 1,29 - 2,25	n=169 2,12 ± 0,66 0,66 - 6,70	n=61 2,22 ± 0,62 1,13 - 4,14	n=38 2,33 ± 0,62 1,13 - 3,63	2,54	0,057
FEM 75 (l/seg.)	♂	n=9 2,91 ± 0,99 1,24 - 3,84	n=165 3,13 ± 0,78 1,42 - 5,36	n=53 3,33 ± 0,76 1,12 - 4,69	n=68 3,42 ± 0,94 0,94 - 5,62	2,73	0,044*
	♀	n=9 2,49 ± 0,86 1,46 - 4,28	n=169 2,9 ± 0,88 0,65 - 5,19	n=61 3,01 ± 0,81 1,33 - 4,65	n=38 3,19 ± 1,09 1,07 - 5,72	1,96	0,121
FEM 50 (l/seg.)	♂	n=9 2,19 ± 0,65 1,30 - 3,28	n=165 2,4 ± 0,58 0,92 - 4,12	n=53 2,52 ± 0,65 0,82 - 3,66	n=68 2,58 ± 0,69 1,21 - 4,60	2,10	0,100
	♀	n=9 1,95 ± 0,35 1,60 - 2,47	n=169 2,31 ± 0,65 0,67 - 4,18	n=61 2,42 ± 0,65 1,22 - 3,94	n=38 2,56 ± 0,71 1,13 - 4,20	2,83	0,039*
FEM 25 (l/seg.)	♂	n=9 1,34 ± 0,43 0,94 - 2,28	n=165 1,41 ± 0,38 0,63 - 2,57	n=53 1,37 ± 0,39 0,67 - 2,22	n=68 1,49 ± 0,44 0,15 - 2,75	1,09	0,353
	♀	n=9 1,33 ± 0,20 0,92 - 1,39	n=169 1,34 ± 0,38 0,21 - 2,42	n=61 1,43 ± 0,48 0,75 - 3,09	n=38 1,50 ± 0,38 0,79 - 2,30	3,15	0,025*
CVE (1)	♂	n=7 1,65 ± 0,30 1,21 - 2,05	n=156 1,76 ± 0,38 0,21 - 2,75	n=53 1,91 ± 0,40 1,21 - 2,74	n=65 2,12 ± 0,42 0,94 - 3,12	14,31	0,000*
	♀	n=7 1,53 ± 0,40 1,20 - 2,31	n=158 1,60 ± 0,38 0,79 - 2,75	n=55 1,76 ± 0,41 0,89 - 2,74	n=34 1,91 ± 0,46 1,09 - 3,25	6,70	0,000*

Cont.

		Baixo Peso	Peso Normal	Excesso Peso	Obesidade	F	P
		♂ n=9 - ♀ n=9	♂ n=165 - ♀ n=169	♂ n=53 - ♀ n=61	♂ n=68 - ♀ n=38		
VRE (l)	♂	n=6 0,56 ± 0,20 0,19 - 0,76	n=125 0,51 ± 0,27 0,05 - 1,59	n=37 0,51 ± 0,25 0,14 - 1,16	n=48 0,57 ± 0,28 0,06 - 1,38	0,64	0,590
	♀	n=8 0,32 ± 0,16 0,13 - 0,56	n=127 0,46 ± 0,28 0,04 - 1,73	n=48 0,45 ± 0,28 0,04 - 1,37	n=31 0,61 ± 0,58 0,08 - 3,25	2,46	0,064
VRI (l)	♂	n=6 0,53 ± 0,20 0,18 - 0,71	n=120 0,79 ± 0,31 0,12 - 1,65	n=36 0,95 ± 0,36 0,13 - 1,77	n=48 0,92 ± 0,35 0,19 - 2	5,06	0,002*
	♀	n=8 0,76 ± 0,19 0,51 - 1,07	n=117 0,74 ± 0,28 0,11 - 1,45	n=47 0,81 ± 0,35 0,05 - 1,52	n=27 0,86 ± 0,35 0,23 - 1,57	1,52	0,210
VE (l/min)	♂	n=9 9,92 ± 5,83 2,7 - 19,8	n=164 9,39 ± 4,77 1,80 - 25,4	n=54 8,67 ± 4,06 2,10 - 21,20	n=68 11,88 ± 6,44 2,10 - 31,50	4,97	0,002*
	♀	n=9 8,38 ± 3,86 2,2 - 14,3	n=169 8,68 ± 4,99 2 - 35,1	n=61 9,56 ± 6,10 2,4 - 26,4	n=38 11,01 ± 6,90 2,2 - 30,6	2,02	0,112
FR (ciclos/min)	♂	n=9 25,27 ± 10,33 14,2 - 48,3	n=164 24,49 ± 9,77 9,40 - 76	n=54 22,77 ± 6,87 11,50 - 47,10	n=68 23,5 ± 7,71 10,60 - 52	0,65	0,586
	♀	n=9 24,16 ± 7,76 10,6 - 35,1	n=169 22,85 ± 7,48 10,4 - 53,6	n=61 23,42 ± 8,57 10,60 - 52,90	n=38 24,5 ± 9,6 12,2 - 53,7	0,49	0,693
VVM (l/min)	♂	n=9 47,84 ± 12,97 27,2 - 60,50	n=164 52,86 ± 12,82 22,9 - 88,10	n=54 59,57 ± 13,75 23,5 - 93	n=68 60,11 ± 14,91 20,8 - 96,9	7,32	0,000*
	♀	n=9 49,58 ± 8,08 35,5 - 60,40	n=168 51,5 ± 12,75 20 - 86,3	n=60 53,35 ± 14,34 26,3 - 83,5	n=38 56,99 ± 16,46 15,9 - 91,8	1,91	0,128

Género (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

A comparação entre as diferentes categorias do IMC, no género masculino, apresenta diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros CVF ( $p=0,000$ ), %CVF ( $p=0,000$ ), VEF<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ), %VEF<sup>1</sup> ( $p=0,005$ ), PFE ( $p=0,017$ ), %VEF<sup>1</sup>/CVF ( $p=0,001$ ), FEM<sub>75</sub> ( $p=0,044$ ), CVE ( $p=0,000$ ), VRI ( $p=0,002$ ), VE ( $p=0,002$ ), VVM ( $p=0,000$ ).

Relativamente ao género feminino a comparação entre as diferentes categorias demonstra significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros CVF ( $p=0,000$ ), VEF<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ), PFE ( $p=0,034$ ), FEM<sub>50</sub> ( $p=0,039$ ), FEM<sub>25</sub> ( $p=0,025$ ), CVE ( $p=0,000$ ).

Importa referir que nesta comparação entre as diferentes categorias do IMC não se verificou diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros FEF<sub>25-75</sub>, VRE e FR, em ambos os géneros.

Os resultados expressos na tabela (10) referem que a CVF difere significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino nas categorias do PN, EP e OB. Verificando-se valores médios superiores no género masculino, valores esses que aumentam também com o valor do IMC.

Tabela 10. Comparação da CVF (valores absolutos) entre géneros para as diferentes categorias de IMC.

CVF (l)	IMC	P	diferença de Médias	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
<b>Comparação entre o género masculino e feminino</b> (♂ vs ♀)	BP	0,525	-0,15	-0,65	0,34
	PN	0,006*	0,11	0,03	0,19
	EP	0,005*	0,21	0,06	0,35
	OB	0,019*	0,22	0,04	0,40

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .

Os resultados da tabela (11) expressam a comparação entre géneros nos valores espirométricos preditos nas diferentes categorias do IMC, verificou-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) na %CVF no PN ( $p=0,000$ ) e na % FEF<sub>25-75</sub> no EP ( $p=0,017$ ). Verificando-se através da tabela (9) valores médios superiores no género feminino para as duas variáveis espirométricas referidas .

Tabela 11. Comparação dos parâmetros (percentagem do valor predito) espirométricos na função pulmonar estudada, entre géneros, para as diferentes categorias do IMC.

Parâmetros espirométricas	IMC	P	diferença de Médias	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
<b>% CVF</b> (♂ vs ♀)	BP	0,097	-7,28	-16,03	1,47
	PN	0,000*	-5,72	-8,85	-2,59
	EP	0,526	1,78	-3,77	7,34
	OB	0,893	-0,41	-6,41	5,59
<b>% VEF<sup>1</sup></b> (♂ vs ♀)	BP	0,979	-0,14	-11,16	10,88
	PN	0,329	1,76	-1,78	5,30
	EP	0,075	5,37	-0,54	11,29
	OB	0,066	5,17	-0,36	10,70
<b>% VEF<sup>1</sup> / CVF</b> (♂ vs ♀)	BP	0,825	0,53	-4,51	5,58
	PN	0,942	-0,05	-1,37	1,27
	EP	0,077	-2,20	-4,65	0,24
	OB	0,115	-1,93	-4,35	0,48
<b>% FEF<sub>25-75</sub></b> (♂ vs ♀)	BP	0,299	19,97	-19,44	59,38
	PN	0,334	-6,32	-19,18	6,54
	EP	0,017*	-13,95	-25,32	-2,58
	OB	0,132	-8,12	-18,72	2,48

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .



Os resultados expressos nas tabelas (12 e 13) permitiram verificar entre que categorias do IMC e para que parâmetro espirométrico ocorreram diferenças estatisticamente significativas (verificadas na tabela 9).

Tabela 12. Valor das comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis espirométricas em estudo no género masculino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
CVF (1)	peso normal	vs	baixo peso	0,22	0,104	-0,04	0,48
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,25	0,000*	-0,37	-0,13
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,47	0,001*	0,19	0,74
	obesidade	vs	baixo peso	0,61	0,000*	0,34	0,89
	obesidade	vs	excesso de peso	0,15	0,039*	0,01	0,29
CVF (%)	peso normal	vs	baixo peso	7,02	0,168	-3,00	17,14
	peso normal	vs	excesso de peso	-8,73	0,000*	-13,37	-4,08
	excesso de peso	vs	baixo peso	15,80	0,004*	5,19	26,40
	obesidade	vs	baixo peso	15,30	0,004*	4,86	25,73
	obesidade	vs	peso normal	8,23	0,000*	3,99	12,47
VEF <sup>1</sup> (1)	obesidade	vs	excesso de peso	-0,50	0,856	-5,89	4,89
	peso normal	vs	baixo peso	0,20	0,078	-0,02	0,43
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,14	0,006*	-0,25	-0,04
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,35	0,004*	0,11	0,58
	obesidade	vs	baixo peso	0,50	0,000*	0,27	0,73
VEF <sup>1</sup> (%)	obesidade	vs	peso normal	0,30	0,000*	0,20	0,39
	obesidade	vs	excesso de peso	0,15	0,011*	0,04	0,27
	peso normal	vs	baixo peso	9,45	0,061	-0,45	19,36
	peso normal	vs	excesso de peso	-4,71	0,041*	-9,21	-0,20
	excesso de peso	vs	baixo peso	14,16	0,008*	3,76	24,57
PFE (l/seg)	obesidade	vs	baixo peso	14,44	0,006*	4,21	24,68
	obesidade	vs	peso normal	4,99	0,017*	0,90	9,08
	obesidade	vs	excesso de peso	0,28	0,915	-4,90	5,46
	peso normal	vs	baixo peso	0,39	0,208	-0,22	0,99
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,23	0,099	-0,51	0,04
PFI (l/seg)	excesso de peso	vs	baixo peso	0,62	0,056	-0,01	1,26
	obesidade	vs	baixo peso	0,72	0,025*	0,09	1,34
	obesidade	vs	peso normal	0,33	0,011*	0,08	0,58
	obesidade	vs	excesso de peso	0,10	0,559	-0,23	0,42
	peso normal	vs	baixo peso	-0,22	0,519	-0,90	0,46
VEF <sup>1</sup> /FVC (%)	peso normal	vs	excesso de peso	-0,33	0,020*	-0,60	-0,05
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,10	0,776	-0,61	0,81
	obesidade	vs	baixo peso	-0,23	0,517	-0,93	0,47
	obesidade	vs	peso normal	-0,01	0,954	-0,26	0,24
	obesidade	vs	excesso de peso	-0,33	0,042*	-0,65	-0,01
VEF <sup>1</sup> /VC (%)	peso normal	vs	baixo peso	-0,30	0,892	-4,63	4,04
	peso normal	vs	excesso de peso	3,50	0,001*	1,54	5,46
	excesso de peso	vs	baixo peso	-3,80	0,101	-8,34	0,74
	obesidade	vs	baixo peso	-2,99	0,189	-7,46	1,48
	obesidade	vs	peso normal	-2,69	0,003*	-4,48	-0,90
FEF 25-75 (l/seg)	obesidade	vs	excesso de peso	0,81	0,479	-1,44	3,06
	peso normal	vs	baixo peso	0,83	0,825	-6,54	8,21
	peso normal	vs	excesso de peso	0,03	0,987	-3,31	3,36
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,80	0,838	-6,93	8,53
	obesidade	vs	baixo peso	-2,33	0,546	-9,95	5,28
FEM 75 (l/seg)	obesidade	vs	peso normal	-3,17	0,042*	-6,22	-0,12
	obesidade	vs	excesso de peso	-3,14	0,108	-6,97	0,69
	peso normal	vs	baixo peso	0,18	0,354	-0,20	0,56
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,02	0,815	-0,19	0,15
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,20	0,325	-0,20	0,60
FEM 75 (l/seg)	obesidade	vs	baixo peso	0,36	0,071	-0,03	0,76
	obesidade	vs	peso normal	0,18	0,025*	0,02	0,34
	obesidade	vs	excesso de peso	0,16	0,116	-0,04	0,36
	peso normal	vs	baixo peso	0,22	0,430	-0,33	0,77
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,19	0,133	-0,45	0,06
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,42	0,159	-0,16	1,00

	obesidade	vs	baixo peso	0,51	0,080	-0,06	1,08
	obesidade	vs	peso normal	0,29	0,015*	0,06	0,52
	obesidade	vs	excesso de peso	0,09	0,530	-0,20	0,39
<b>FEM 50</b> (l/seg)	peso normal	vs	baixo peso	0,22	0,308	-0,20	0,64
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,11	0,253	-0,31	0,08
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,33	0,142	-0,11	0,77
	obesidade	vs	baixo peso	0,40	0,071	-0,03	0,83
	obesidade	vs	peso normal	0,18	0,043*	0,01	0,36
	obesidade	vs	excesso de peso	0,07	0,543	-0,15	0,29
<b>FEM 25</b> (l/seg)	peso normal	vs	baixo peso	0,07	0,602	-0,20	0,34
	peso normal	vs	excesso de peso	0,04	0,549	-0,09	0,16
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,03	0,816	-0,25	0,31
	obesidade	vs	baixo peso	0,15	0,289	-0,13	0,42
	obesidade	vs	peso normal	0,08	0,170	-0,03	0,19
	obesidade	vs	excesso de peso	0,12	0,111	-0,03	0,26
<b>CVE</b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	0,11	0,480	-0,19	0,41
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,15	0,015*	-0,28	-0,03
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,26	0,101	-0,05	0,57
	obesidade	vs	baixo peso	0,48	0,003*	0,17	0,79
	obesidade	vs	peso normal	0,37	0,000*	0,25	0,48
	obesidade	vs	excesso de peso	0,22	0,003*	0,07	0,36
<b>VRE</b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	-0,05	0,668	-0,27	0,17
	peso normal	vs	excesso de peso	0,00	0,951	-0,10	0,10
	excesso de peso	vs	baixo peso	-0,05	0,665	-0,28	0,18
	obesidade	vs	baixo peso	0,01	0,928	-0,22	0,24
	obesidade	vs	peso normal	0,06	0,199	-0,03	0,15
	obesidade	vs	excesso de peso	0,06	0,294	-0,05	0,18
<b>VRI</b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	0,26	0,059	-0,01	0,53
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,16	0,009*	-0,29	-0,04
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,42	0,004*	0,14	0,71
	obesidade	vs	baixo peso	0,39	0,007*	0,11	0,67
	obesidade	vs	peso normal	0,13	0,024*	0,02	0,24
	obesidade	vs	excesso de peso	-0,04	0,611	-0,18	0,11
<b>VE</b> (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	-0,53	0,761	-3,98	2,92
	peso normal	vs	excesso de peso	0,72	0,373	-0,87	2,30
	excesso de peso	vs	baixo peso	-1,25	0,498	-4,88	2,38
	obesidade	vs	baixo peso	1,96	0,281	-1,61	5,54
	obesidade	vs	peso normal	2,50	0,001*	1,04	3,95
	obesidade	vs	excesso de peso	3,21	0,001*	1,37	5,05
<b>FR</b> (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	-0,78	0,798	-6,75	5,20
	peso normal	vs	excesso de peso	1,72	0,217	-1,02	4,46
	excesso de peso	vs	baixo peso	-2,50	0,435	-8,78	3,79
	obesidade	vs	baixo peso	-1,77	0,575	-7,96	4,43
	obesidade	vs	peso normal	-0,99	0,440	-3,51	1,53
	obesidade	vs	excesso de peso	0,73	0,651	-2,45	3,91
<b>VVM</b> (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	5,02	0,278	-4,08	14,12
	peso normal	vs	excesso de peso	-6,71	0,002*	-10,88	-2,54
	excesso de peso	vs	baixo peso	11,73	0,016*	2,16	21,30
	obesidade	vs	baixo peso	12,27	0,011*	2,84	21,69
	obesidade	vs	peso normal	7,25	0,000*	3,41	11,08
	obesidade	vs	excesso de peso	0,54	0,827	-4,30	5,38

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Através do teste de *posthoc* verificam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as diferentes categorias do IMC, para o género masculino, nos parâmetros CVF, %CVF (exceto na OB com o EP); VEF<sup>1</sup>, %VEF<sup>1</sup> e VVM, exceto entre a categoria do PN com BP.

Existem diferenças estatísticas nos parâmetros espirométricos PFE entre as categorias OB com BP ( $p=0,025$ ) e entra a OB com PN ( $p=0,011$ ). Na variável

VEF<sup>1</sup>/VFC existem diferenças entre as categorias do PN com EP ( $p=0,001$ ) e entre a OB com o PN ( $p=0,003$ ). Relativamente ao FEF<sub>25-75</sub> somente se verificou diferenças entre a categoria da OB com o PN ( $p=0,025$ ). No parâmetro CVE verificaram-se diferenças entre o PN com o EP ( $p=0,015$ ) e, entre a obesidade e as restantes categorias ( $p\leq 0,05$ ).

Tabela 13. Valor das comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis espirométricas em estudo no género feminino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
CVF (1)	peso normal	vs	baixo peso	-0,05	0,731	-0,32	0,22
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,15	0,011*	-0,27	-0,04
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,11	0,461	-0,18	0,39
	obesidade	vs	baixo peso	0,25	0,103	-0,05	0,54
	obesidade	vs	peso normal	0,29	0,000*	0,15	0,44
CVF (%)	obesidade	vs	excesso de peso	0,14	0,097	-0,03	0,30
	peso normal	vs	baixo peso	5,51	0,255	-3,99	15,01
	peso normal	vs	excesso de peso	-1,22	0,562	-5,38	2,93
	excesso de peso	vs	baixo peso	6,73	0,182	-3,18	16,64
	obesidade	vs	baixo peso	8,43	0,108	-1,86	18,72
VEF <sup>1</sup> (1)	obesidade	vs	peso normal	2,92	0,250	-2,07	7,91
	obesidade	vs	excesso de peso	1,70	0,560	-4,04	7,43
	peso normal	vs	baixo peso	7,55	0,165	-3,13	18,24
	peso normal	vs	excesso de peso	-1,09	0,668	-6,12	3,93
	excesso de peso	vs	baixo peso	8,65	0,131	-2,58	19,88
VEF <sup>1</sup> (%)	obesidade	vs	baixo peso	9,13	0,122	-2,46	20,73
	obesidade	vs	peso normal	1,58	0,592	-4,21	7,37
	obesidade	vs	excesso de peso	0,48	0,888	-6,26	7,23
	peso normal	vs	baixo peso	0,19	0,120	-0,05	0,43
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,11	0,051	-0,23	0,00
PFE (l/seg)	excesso de peso	vs	baixo peso	0,30	0,019*	0,05	0,56
	obesidade	vs	baixo peso	0,44	0,001*	0,18	0,70
	obesidade	vs	peso normal	0,25	0,000*	0,12	0,38
	obesidade	vs	excesso de peso	0,14	0,077	-0,02	0,29
	peso normal	vs	baixo peso	0,36	0,263	-0,27	0,98
PFI (l/seg)	peso normal	vs	excesso de peso	-0,19	0,176	-0,46	0,08
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,54	0,102	-0,11	1,19
	obesidade	vs	baixo peso	0,76	0,027*	0,09	1,44
	obesidade	vs	peso normal	0,41	0,015*	0,08	0,74
	obesidade	vs	excesso de peso	0,22	0,252	-0,16	0,60
VEF <sup>1</sup> /FVC (%)	peso normal	vs	baixo peso	0,10	0,739	-0,50	0,71
	peso normal	vs	excesso de peso	0,02	0,858	-0,22	0,27
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,08	0,801	-0,55	0,71
	obesidade	vs	baixo peso	0,21	0,535	-0,45	0,86
	obesidade	vs	peso normal	0,10	0,507	-0,20	0,41
VEF <sup>1</sup> /VC (%)	obesidade	vs	excesso de peso	0,13	0,473	-0,22	0,47
	peso normal	vs	baixo peso	0,28	0,883	-3,49	4,05
	peso normal	vs	excesso de peso	1,35	0,135	-0,42	3,12
	excesso de peso	vs	baixo peso	-1,07	0,597	-5,03	2,90
	obesidade	vs	baixo peso	-0,53	0,801	-4,62	3,57
FEF <sub>25-75</sub> (l/seg)	obesidade	vs	peso normal	-0,81	0,436	-2,85	1,23
	obesidade	vs	excesso de peso	0,54	0,655	-1,84	2,92
	peso normal	vs	baixo peso	0,85	0,862	-8,75	10,44
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,30	0,894	-4,81	4,20
	excesso de peso	vs	baixo peso	1,15	0,822	-8,94	11,24
FEF <sub>25-75</sub> (l/seg)	obesidade	vs	baixo peso	3,34	0,528	-7,07	13,76
	obesidade	vs	peso normal	2,50	0,345	-2,70	7,69
	obesidade	vs	excesso de peso	2,19	0,477	-3,87	8,25
	peso normal	vs	baixo peso	0,39	0,079	-0,04	0,81
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,10	0,314	-0,28	0,09
FEF <sub>25-75</sub> (l/seg)	excesso de peso	vs	baixo peso	0,48	0,036*	0,03	0,93
	obesidade	vs	baixo peso	0,59	0,013*	0,12	1,05

	obesidade	vs	peso normal	0,20	0,077	-0,02	0,43
	obesidade	vs	excesso de peso	0,11	0,418	-0,15	0,37
	peso normal	vs	baixo peso	0,41	0,184	-0,20	1,01
<b>FEM 75</b> (l/seg)	peso normal	vs	excesso de peso	-0,11	0,427	-0,37	0,16
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,52	0,109	-0,12	1,15
	obesidade	vs	baixo peso	0,70	0,036*	0,05	1,35
	obesidade	vs	peso normal	0,29	0,072	-0,03	0,61
	obesidade	vs	excesso de peso	0,18	0,320	-0,18	0,55
<b>FEM 50</b> (l/seg)	peso normal	vs	baixo peso	0,36	0,105	-0,08	0,80
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,11	0,267	-0,30	0,08
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,47	0,044*	0,01	0,93
	obesidade	vs	baixo peso	0,61	0,012*	0,13	1,09
	obesidade	vs	peso normal	0,25	0,037*	0,01	0,48
<b>FEM 25</b> (l/seg)	obesidade	vs	excesso de peso	0,14	0,311	-0,13	0,40
	peso normal	vs	baixo peso	0,21	0,118	-0,05	0,48
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,09	0,152	-0,20	0,03
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,30	0,036*	0,02	0,58
	obesidade	vs	baixo peso	0,37	0,012*	0,08	0,66
<b>CVE</b> (1)	obesidade	vs	peso normal	0,16	0,027*	0,02	0,30
	obesidade	vs	excesso de peso	0,07	0,374	-0,09	0,24
	peso normal	vs	baixo peso	0,07	0,637	-0,23	0,37
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,16	0,013*	-0,28	-0,03
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,23	0,153	-0,09	0,54
<b>VRE</b> (1)	obesidade	vs	baixo peso	0,38	0,023*	0,05	0,70
	obesidade	vs	peso normal	0,30	0,000*	0,16	0,45
	obesidade	vs	excesso de peso	0,15	0,090	-0,02	0,32
	peso normal	vs	baixo peso	0,15	0,229	-0,09	0,39
	peso normal	vs	excesso de peso	0,01	0,809	-0,10	0,13
<b>VRI</b> (1)	excesso de peso	vs	baixo peso	0,13	0,298	-0,12	0,39
	obesidade	vs	baixo peso	0,30	0,027*	0,03	0,56
	obesidade	vs	peso normal	0,15	0,028*	0,02	0,28
	obesidade	vs	excesso de peso	0,16	0,037*	0,01	0,31
	peso normal	vs	baixo peso	-0,02	0,875	-0,24	0,20
<b>VE</b> (l/min)	peso normal	vs	excesso de peso	-0,08	0,147	-0,18	0,03
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,06	0,613	-0,17	0,29
	obesidade	vs	baixo peso	0,10	0,403	-0,14	0,34
	obesidade	vs	peso normal	0,12	0,066	-0,01	0,25
	obesidade	vs	excesso de peso	0,04	0,553	-0,10	0,19
<b>FR</b> (ciclos/min)	peso normal	vs	baixo peso	0,31	0,871	-3,40	4,02
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,88	0,287	-2,50	0,74
	excesso de peso	vs	baixo peso	1,18	0,548	-2,69	5,06
	obesidade	vs	baixo peso	2,64	0,198	-1,39	6,66
	obesidade	vs	peso normal	2,33	0,019*	0,38	4,28
<b>MVV</b> (l/min)	obesidade	vs	excesso de peso	1,45	0,204	-0,79	3,69
	peso normal	vs	baixo peso	-1,31	0,638	-6,77	4,15
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,58	0,634	-2,96	1,81
	excesso de peso	vs	baixo peso	-0,73	0,801	-6,43	4,97
	obesidade	vs	baixo peso	0,34	0,910	-5,58	6,26
<b>MVV</b> (l/min)	obesidade	vs	peso normal	1,65	0,258	-1,22	4,52
	obesidade	vs	excesso de peso	1,07	0,523	-2,23	4,37
	peso normal	vs	baixo peso	1,92	0,679	-7,21	11,06
	peso normal	vs	excesso de peso	-1,85	0,365	-5,87	2,16
	excesso de peso	vs	baixo peso	3,77	0,437	-5,77	13,32
<b>MVV</b> (l/min)	obesidade	vs	baixo peso	7,42	0,141	-2,48	17,31
	obesidade	vs	peso normal	5,49	0,025*	0,70	10,29
	obesidade	vs	excesso de peso	3,64	0,196	-1,89	9,18

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Relativamente ao género feminino, existem diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro CVF, entre o PN e o EP ( $p=0,011$ ) e entre OB e o PN ( $p=0,000$ ).

No parâmetro %VEF<sup>1</sup> verificou-se diferenças entre as categorias do EP com o BP ( $p=0,019$ ); entre a OB e BP ( $p=0,001$ ) e entre a OB com o PN ( $p=0,000$ ).

O parâmetro  $FEF_{25-75}$  apresenta diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre as categorias do EP e BP ( $p=0,036$ ), e entre a OB e BP ( $p=0,013$ ). Na variável PFE verificam-se diferenças entre as categorias da OB com o BP ( $p=0,027$ ) e, entre a OB e o PN ( $p=0,015$ ). Na CVE verificam-se diferenças nas categorias do PN com o EP ( $p=0,013$ ); entre a OB com o BP ( $p=0,023$ ) e entre a OB com o PN ( $p=0,000$ ). No VRE foram encontradas diferenças entre a OB com todas as restantes categorias ( $p \leq 0,05$ ). Também se verificar diferenças entre as categorias nos fluxos FEM 75, 50 e 25 ( $p \leq 0,05$ ). No parâmetro VVM apenas foram encontradas diferenças entre a OB e o PN ( $p=0,025$ ).

Não se verificaram diferenças significativas nos parâmetros %CVF, nos valores absolutos de  $VEF^1$  e nos parâmetro % $VEF^1/CVF$  e % $VEF^1/CV$  ( $p \leq 0,05$ ).

A tabela (14) representa os resultados das correlações entre as diferentes variáveis espirométricas, nos valores absolutos e preditos da CVF e  $VEF^1$  com as restantes variáveis na totalidade da amostra.

Tabela 14. Correlação entre as variáveis espirométricas para a totalidade da amostra.

Variáveis espirométricas		PFE (l/sec)	$FEF_{25-75}$ (l/sec)	CVE (l)	VRE (l)	VRI (l)	VE (l/min)	VVM (l/min)
<b>CVF</b> (l)	<i>r</i>	0,599**	0,449**	0,882*	0,421**	0,460**	0,318**	0,617**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	572	572	534	429	408	571	569
<b>CVF</b> (%)	<i>r</i>	0,320**	0,233	0,515**	0,253	0,240	0,103	0,365**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000
	<i>N</i>	570	570	532	427	407	569	567
<b><math>VEF^1</math></b> (%)	<i>r</i>	0,488**	0,457**	0,401**	0,158	0,243	0,069	0,406**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,118	0,000
	<i>N</i>	510	510	482	377	357	510	507
<b><math>VEF^1</math></b> (l)	<i>r</i>	0,715*	0,670**	0,858*	0,378**	0,484**	0,330**	0,696**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	510	510	482	377	357	510	507

\*Correlação forte. \*\* Correlação moderada.  
Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,01$ .

Na tabela (14) estão os valores que apresentaram correlações moderadas e fortes ( $p \leq 0,01$ ) para a totalidade da amostra. Constata-se correlação forte entre a CVF com a CVE ( $r=0,882$ ) e moderadas com todos os restantes parâmetros. Correlações moderadas entre a % $VEF^1$  com o PFE ( $r=0,488$ ) e com a CVE ( $r=0,401$ ) e ainda o  $VEF^1$ , em valor absoluto, correlação forte com o PFE ( $r=0,715$ ) e a CVE ( $r=0,858$ ) e, correlações moderadas com os restantes parâmetros. Não existiram correlações moderadas ou fortes nos parâmetros PFI,  $VEF^1/CVF$ ,  $VEF^1/CV$  e FR.

Numa análise feita entre nos dois géneros verificou-se para os rapazes correlações positivas de significância forte no VEF<sup>1</sup> com a VVM ( $r=0,716$ ;  $p\leq 0,01$ ), com a CVE ( $r=0,846$ ;  $p\leq 0,01$ ) e com a FEF<sub>25-75%</sub> ( $r=0,744$ ;  $p\leq 0,01$ ). Correlações forte ainda entre a CVF com a CVE ( $r=0,895$ ;  $p\leq 0,01$ ). No género feminino verificaram-se relações positivas fortes entre o VEF<sup>1</sup> com a CVF ( $r=0,856$ ;  $p\leq 0,01$ ), com o PFI ( $r=0,769$ ;  $p\leq 0,01$ ) e entre a CVF com a CVE ( $r=0,846$ ;  $p\leq 0,01$ ).

Ao verificar-se, para a totalidade da amostra, correlação positiva forte (estatisticamente significativa para um valor de  $p\leq 0,01$ ) entre o peso e a CVF ( $r=0,728$ ) e entre o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,710$ ). Entre a altura com a CVF ( $r=0,726$ ) e o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,725$ ), analisou-se por géneros através da correlação de *pearson*, tabelas (15 e 16), a correlação entre as variáveis antropométricas e os parâmetros da função pulmonar. Somente são descritos as correlações com pertinência para o estudo e as quais, segundo a literatura, referem maior importância.

Tabela 15. Correlação entre os parâmetros espirométricos e os antropométricos no género masculino.

Variáveis correlacionadas		CVF (l)	CVF (%)	VEF <sup>1</sup> (%)	VEF <sup>1</sup> (l)	PFE (l/sec)	PFI (l/sec)	VEF <sup>1</sup> /CVF (l)	FEF <sub>25-75%</sub> (l/sec)	CVE (l)	VRE (l)	VRI (l)	VE (l/min)	VVM (l/min)
<b>Idade</b> (anos)	<i>r</i>	0,514**	0,196	0,135	0,524**	0,378**	-0,021	-0,069	0,372**	0,493**	0,252	,227	0,300**	0,403**
	<i>P</i>	0,000	0,001	0,028	0,000	0,000	0,762	0,266	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
	<i>N</i>	295	295	267	265	295	219	266	296	281	216	210	295	295
<b>Peso</b> (kg)	<i>r</i>	0,728*	0,316**	0,215	0,710*	0,403**	0,070	-0,199	0,390**	0,669**	0,232	0,345**	0,332**	0,483
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,303	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	295	295	267	265	295	219	266	296	281	216	210	295	295
<b>Altura</b> (m)	<i>r</i>	0,726*	0,205	0,100	0,725*	0,451**	0,154	-0,108	0,452**	0,671**	0,282	0,366**	0,317**	0,533
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,104	0,000	0,000	0,023	0,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	295	295	267	265	295	219	266	296	281	216	210	295	295
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<i>r</i>	0,570**	0,340**	0,266	0,554**	0,272	0,000	-0,219	0,254	0,516**	0,152	0,271	0,254	0,342**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	295	295	267	265	295	219	266	296	281	216	210	295	295
<b>Prega Tricipital</b> (mm)	<i>r</i>	0,439**	0,174	0,175	0,487**	0,280	0,063	-0,080	0,301**	0,365**	0,097	0,184	0,214	0,294
	<i>P</i>	0,000	0,003	0,004	0,000	0,000	0,352	0,197	0,000	0,000	0,158	0,008	0,000	0,000
	<i>N</i>	293	293	265	263	293	218	264	294	280	214	208	293	293
<b>Prega Subescap.</b> (mm)	<i>r</i>	0,361**	0,135	0,122	0,399**	0,195	0,031	-0,120	0,197	0,311**	0,113	0,119	0,221	0,242
	<i>P</i>	0,000	0,021	0,047	0,000	0,001	0,652	0,052	0,001	0,000	0,101	0,087	0,000	0,000
	<i>N</i>	293	293	265	263	293	218	264	294	280	214	208	293	293
<b>Massa Gorda</b> (%)	<i>r</i>	0,423**	0,164	0,156	0,467**	0,250	0,058	-0,103	0,270	0,354**	0,107	0,163	0,224	0,290
	<i>P</i>	0,000	0,005	0,011	0,000	0,000	0,390	0,095	0,000	0,000	0,118	0,018	0,000	0,000
	<i>N</i>	293	293	265	263	293	218	264	294	280	214	208	293	293
<b>Perímetro Cintura</b> (cm)	<i>r</i>	0,575**	0,254	0,166	0,553**	0,271	0,047	-0,178	0,274	0,526**	0,147	0,245	0,268	0,352**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,494	0,004	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	293	293	265	263	293	218	264	294	280	214	208	293	293

\*Correlação forte. \*\* Correlação moderada.  
Estatisticamente significativo para  $p\leq 0,01$ .

Verifica-se, para o género masculino, correlação ( $p \leq 0,01$ ) positiva forte entre a CVF com o peso ( $r=0,728$ ) e com a altura ( $r=0,726$ ). Para os mesmos parâmetros antropométricos verificam-se correlações entre a VEF<sup>1</sup>, com o peso ( $r=0,710$ ) e com a altura ( $r=0,725$ ). Para estes mesmos parâmetros espirométricos o IMC, a %MG e o PC, apresentaram correlações positivas moderadas. Realça-se ainda o fato da CVE apresentar correlação positiva moderada com todos os parâmetros da composição corporal. Importa salientar que todas as correlações assinadas são de associação positiva.

Tabela 16. Correlação entre os parâmetros espirométricos e os antropométricos no género feminino.

Variáveis correlacionadas		CVF (l)	CVF (%)	VEF <sup>1</sup> (%)	VEF <sup>1</sup> (l)	PFE (l/sec)	PFI (l/sec)	VEF <sup>1</sup> /CVF (l)	FEF <sub>25-75</sub> (l/sec)	CVE (l)	VRE (l)	VRI (l)	VE (l/min)	VVM (l/min)
<b>Idade</b> (anos)	r	0,597**	0,037	-0,051	0,576**	0,396**	0,052	-0,159	0,318**	0,602**	0,352**	0,386**	0,271	0,391**
	P	0,000	0,533	0,426	0,000	0,000	0,463	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	277	275	243	245	277	201	245	277	254	214	199	277	275
<b>Peso</b> (kg)	r	0,663**	0,023	-0,065	0,661**	0,476**	0,165	-0,179	0,363**	0,687**	,374**	0,422**	0,324**	0,424**
	P	0,000	0,700	0,307	0,000	0,000	0,019	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	277	275	243	245	277	201	245	277	254	214	199	277	275
<b>Altura</b> (m)	r	0,755*	-0,071	-0,188	0,752*	0,540**	0,177	-0,175	0,434**	0,776**	,369**	0,462**	0,339**	0,521**
	P	0,000	0,237	0,003	0,000	0,000	0,011	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	277	275	243	245	277	201	245	277	254	214	199	277	275
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	r	0,424**	0,120	0,061	0,433**	0,298	0,099	-0,139	0,219	0,455**	,240	0,293	0,209	0,257
	P	0,000	0,047	0,336	0,000	0,000	0,159	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	277	275	243	245	277	201	245	277	254	214	199	277	275
<b>Prega Tricipital</b> (mm)	r	0,335**	-0,018	-0,046	0,355**	0,252	0,099	-0,101	0,175	0,352**	0,103	0,220	0,087	0,265
	P	0,000	0,763	0,474	0,000	0,000	0,162	0,117	0,003	0,000	0,131	0,001	0,151	0,000
	N	273	271	239	241	273	197	241	274	250	212	197	273	271
<b>Prega Subescap.</b> (mm)	r	0,370**	0,008	-0,024	0,389**	0,280	0,117	-0,092	0,198	0,378**	,193	0,242	0,178	0,237
	P	0,000	0,887	0,711	0,000	0,000	0,102	0,155	0,001	0,000	0,004	0,001	0,003	0,000
	N	272	270	238	241	273	197	241	274	250	212	197	273	271
<b>Massa Gorda</b> (%)	r	0,365**	-0,003	-0,037	0,390**	,269	0,110	-0,113	0,192	0,381**	,141	0,230	0,125	0,261
	P	0,000	0,951	0,567	0,000	0,000	0,122	0,079	0,001	0,000	0,041	0,001	0,039	0,000
	N	272	270	238	241	273	197	240	274	250	212	197	273	271
<b>Perímetro Cintura</b> (cm)	r	0,417**	-0,015	-0,086	0,422**	0,254	0,141	-0,124	,207	0,444**	0,014	0,319**	0,152	0,374**
	P	0,000	0,803	0,182	0,000	0,000	0,048	0,053	0,001	0,000	0,828	0,000	0,011	0,000
	N	273	271	239	241	273	197	241	274	250	212	197	273	271

\*Correlação forte. \*\* Correlação moderada.  
Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,01$ .

Verifica-se, para o género feminino, correlação positiva forte entre altura com a CVF ( $r=0,755$ ), com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,725$ ) e com a CVE ( $r=0,776$ ). Importa salientar que todas as correlações assinadas são de associação positiva. É possível verificar neste género, tal como acontece com os rapazes, que o peso correlaciona-se de forma positiva e moderada com a maioria dos parâmetros espirométricos.

O parâmetro da CVF/CV, o PFE e FR não apresenta significância de correlação (moderada ou forte) em ambos os gêneros da amostra.

Estas correlações positivas, com significado estatístico moderado e forte, sugerem a não influência negativa da composição corporal nos parâmetros da função pulmonar. Por exemplo Boran *et al.* (2007), também não encontraram diferenças nos parâmetros da função respiratória entre um grupo obeso e um grupo controle, na faixa etária dos 7 aos 15 anos. Especulando a relação positiva entre as componentes antropométricas com os parâmetros espirométricos, isto é, maiores valores espirométricos associado a maiores valores antropométricos.

### 4.3. Capacidade Cardiorespiratória e obesidade infantil

Na tabela (17) são apresentados os valores descritivos das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos, das variáveis da capacidade cardiorespiratória (CCR) analisadas no teste do vaivém em esforço máximo. Os resultados são apresentados para a totalidade da amostra por gênero sexual e diferentes idades.

Tabela 17. Valores descritivos por idade e gênero dos parâmetros da CCR para a totalidade da amostra.

		Idade (anos)									
		6		7		8		9		10	
		♂ n=20	♀ n=24	♂ n=31	♀ n=39	♂ n=29	♀ n=25	♂ n=27	♀ n=29	♂ n=6	♀ n=4
<b>VO<sub>2</sub>pico</b> (ml/kg/min)	♂	54,24 ± 6,66		57,01 ± 7,95		55,63 ± 8,69		55,69 ± 11,95		55,09 ± 3,02	
	♀	41,02 - 64,96		45,63 - 76,83		37,96 - 70,21		38,15 - 93,20		50,09 - 58,28	
<b>FC pico</b> (bpm)	♂	180,39 ± 18,58		179,55 ± 19,71		185,59 ± 17,69		187,19 ± 12,24		192,67 ± 4,89	
	♀	126 - 203		139 - 205		117 - 212		164 - 207		187 - 200	
<b>FC máx.</b> (bpm)	♂	191,21 ± 10,28		188,30 ± 13,28		183,96 ± 17,85		182,89 ± 14,57		189 ± 9,54	
	♀	170 - 208		146 - 212		148 - 216		148 - 207		180 - 199	
<b>FR</b> (ciclos/min)	♂	194,80 ± 12,19		194,23 ± 10,46		199,04 ± 6,80		197 ± 7,64		200,17 ± 6,40	
	♀	172 - 217		172 - 217		181 - 216		183 - 211		194 - 212	
<b>VE</b> (l/min)	♂	198,42 ± 9,18		196,97 ± 11,73		197,52 ± 13,80		197,07 ± 7,43		197,25 ± 6,60	
	♀	177 - 213		160 - 216		148 - 216		177 - 207		188 - 202	
<b>FR</b> (ciclos/min)	♂	70,07 ± 6,26		70,16 ± 5,31		69,15 ± 5,39		69,55 ± 6,73		67,43 ± 4,98	
	♀	58,31 - 77,92		55,92 - 80		58,54 - 76,63		50,46 - 76,82		57,86 - 71,86	
<b>VE</b> (l/min)	♂	71,60 ± 4,56		70,32 ± 7,41		69,27 ± 6,17		67,38 ± 5,60		69,99 ± 8,67	
	♀	62,63 - 77,42		49,18 - 78,95		54,25 - 77,92		53,91 - 76,43		57,31 - 76,92	
<b>VE</b> (l/min)	♂	55,84 ± 8,71		59,88 ± 8,42		68,43 ± 10,54		73,06 ± 10,09		70,97 ± 12,34	
	♀	34,14 - 67,69		45,34 - 82,30		48,89 - 91,86		53,20 - 95,75		57,46 - 84,05	
<b>VE</b> (l/min)	♂	52,39 ± 6,13		58,98 ± 9,78		60,12 ± 7,59		71,30 ± 11,84		66,17 ± 5,39	
	♀	40,20 - 63,78		35,16 - 76,97		48,59 - 74,87		47,32 - 95,99		60,45 - 72,24	

Gênero (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)



Verifica-se para o  $VO_{2pico}$  valores médios mais elevados no género masculino. O resultado dos valores médios do  $VO_{2pico}$ , nos dois géneros, e entre as diferentes idades apresentam valores bastante próximos. Nas raparigas nas diferentes idades acima dos 45 ml/kg/min e nos rapazes acima dos 55 ml/kg/min (exceto aos 6 anos). As mesma aproximação dos valores médios é verifica na  $FC_{max}$  e  $FC_{pico}$ .

Os resultados expressos na tabela (18) referem que o  $VO_{2pico}$  difere significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino para todas as idades da amostra. Verificando-se valores médios superiores no género masculino (tabela 17) para as respetivas idades.

Tabela 18. Comparação do  $VO_{2pico}$  entre géneros e para as diferentes idades da amostra.

$VO_2$ pico (ml/kg/min)	idade (anos)	P	diferença de Médias	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
<b>Comparação entre o género masculino e feminino</b> (♂ vs ♀)	6	0,001*	6,6	2,71	10,50
	7	0,000*	8,88	5,56	12,19
	8	0,004*	6,69	2,27	11,11
	9	0,009*	7,93	2,10	13,76
	10	0,002*	9,67	4,70	14,64

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .

A tabela (19) refere os valores médios, desvio padrão, mínimo, máximos e análise da variância das médias nas variáveis da CCR entre as categorias do IMC nos dois géneros sexuais.

Tabela 19. Valores descritivos da CCR e *Anova One-Way* por categorias do IMC, em ambos os géneros.

Variáveis		Baixo Peso	Peso Normal	Excesso Peso	Obesidade	F	P
		♂ n=5 - ♀ n=4	♂ n=72 - ♀ n=77	♂ n=20 - ♀ n=24	♂ n=16 - ♀ n=16		
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	♂	n= 5 57,51 ± 8,55 46,55 - 67,81	n= 72 58,26 ± 8,71 37,96 - 93,20	n= 20 53,65 ± 5,46 38,15 - 60,53	n= 16 46,51 ± 6,01 38,08 - 56,43	10,31	0,000*
		n= 4 51,62 ± 5,75 43,06 - 55,45	n= 77 49,87 ± 6,70 37,20 - 80,27	n= 24 46,41 ± 6,76 34,89 - 55,70	n= 16 40,64 ± 5,41 33,23 - 55,20		
	♀	n= 5 191,40 ± 5,77 182 - 197	n= 69 181,35 ± 18,73 117 - 212	n= 18 189,67 ± 12,01 170 - 207	n= 16 185,19 ± 14,96 156 - 204	1,58	0,200
		n= 4 173,50 ± 12,40 162 - 187	n= 72 184,43 ± 14,99 146 - 216	n= 24 192,04 ± 10,32 170 - 209	n= 16 192,31 ± 11,82 162 - 208		
FC pico (bpm)	♂	n= 5 199,40 ± 5,94 191 - 206	n= 70 196,50 ± 8,88 172 - 217	n= 19 196,26 ± 11,66 172 - 211	n= 16 195,81 ± 9,57 180 - 217	0,19	0,903
		n= 4 196,75 ± 2,87 195 - 201	n= 75 196 ± 11,83 148 - 216	n= 24 199,08 ± 8,52 178 - 214	n= 16 201,69 ± 6,44 189 - 212		
	♀	n= 5 69,91 ± 7,18 58,54 - 75,95	n= 72 69,78 ± 5,83 50,46 - 80	n= 20 70,34 ± 5,04 57,92 - 77,92	n= 16 67,74 ± 6,23 55,92 - 77,02	0,69	0,563
		n= 4 70,34 ± 3,32 67,42 - 73,80	n= 77 69,52 ± 6,75 49,18 - 78,95	n= 24 70,73 ± 4,97 57,80 - 77,42	n= 16 66,78 ± 10,45 49,53 - 88,44		
FR (ciclos/min)	♂	n= 5 55,20 ± 9,97 45,70 - 71,92	n= 72 63,75 ± 10,54 34,14 - 87,56	n= 20 68,66 ± 11,62 52,04 - 95,75	n= 16 69,81 ± 13,68 42,96 - 91,86	3,28	0,024*
		n= 4 52,10 ± 4,04 48,59 - 56,06	n= 77 59,18 ± 11,23 35,16 - 95,99	n= 24 64,98 ± 9,93 49,66 - 88,06	n= 16 66,78 ± 10,45 49,53 - 88,44		
	♀	n= 5 69,91 ± 7,18 58,54 - 75,95	n= 72 69,78 ± 5,83 50,46 - 80	n= 20 70,34 ± 5,04 57,92 - 77,92	n= 16 67,74 ± 6,23 55,92 - 77,02	0,46	0,714
		n= 4 70,34 ± 3,32 67,42 - 73,80	n= 77 69,52 ± 6,75 49,18 - 78,95	n= 24 70,73 ± 4,97 57,80 - 77,42	n= 16 66,78 ± 10,45 49,53 - 88,44		
VE (l/min)	♂	n= 5 55,20 ± 9,97 45,70 - 71,92	n= 72 63,75 ± 10,54 34,14 - 87,56	n= 20 68,66 ± 11,62 52,04 - 95,75	n= 16 69,81 ± 13,68 42,96 - 91,86	3,28	0,024*
		n= 4 52,10 ± 4,04 48,59 - 56,06	n= 77 59,18 ± 11,23 35,16 - 95,99	n= 24 64,98 ± 9,93 49,66 - 88,06	n= 16 66,78 ± 10,45 49,53 - 88,44		
	♀	n= 5 69,91 ± 7,18 58,54 - 75,95	n= 72 69,78 ± 5,83 50,46 - 80	n= 20 70,34 ± 5,04 57,92 - 77,92	n= 16 67,74 ± 6,23 55,92 - 77,02	4,28	0,007*
		n= 4 70,34 ± 3,32 67,42 - 73,80	n= 77 69,52 ± 6,75 49,18 - 78,95	n= 24 70,73 ± 4,97 57,80 - 77,42	n= 16 66,78 ± 10,45 49,53 - 88,44		

Género (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Ao analisarmos a tabela (19) verificamos uma diminuição dos valores de VO<sub>2</sub>pico com o aumento da severidade do IMC. Na categoria do PN o VO<sub>2</sub>pico (58,26 ± 8,71 ml/kg/min) e na OB (46,51 ± 6,01 ml/kg/min), no género masculino. No género feminino, verifica-se a mesma situação, na categoria do PN o VO<sub>2</sub>pico (49,87 ± 6,70) e na OB (40,64 ± 5,41). Na FC<sub>pico</sub> verifica-se um aumento dos valores médios entre a categoria do PN e a OB, para os dois géneros.

Verificaram-se, através da análise de variância (*anova One-Way*), diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros VO<sub>2</sub>pico ( $p=0,000$ ) e VE ( $p=0,024$ ), para o género masculino e, VO<sub>2</sub>pico ( $p=0,000$ ) e VE ( $p=0,007$ ) no género feminino, entre as diferentes categorias do IMC. Relativamente aos valores da FC<sub>pico</sub> verificaram-se diferença ( $p=0,009$ ) entre as categorias do IMC apenas no género feminino.

Na tabela (20), que expressa a comparação dos valores médios do  $VO_{2\text{pico}}$  entre géneros nas diferentes categorias do IMC, verificou-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os géneros nas categorias do PN ( $p=0,000$ ), do EP ( $p=0,000$ ) e da OB ( $p=0,007$ ). Com valores médios superiores nos rapazes (tabela 19).

Tabela 20. Comparação do  $VO_{2\text{pico}}$  entre géneros para as diferentes categorias de IMC.

$VO_{2\text{pico}}$ (ml/kg/min)	IMC	P	diferença de Médias	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
<b>Comparação entre o género masculino e feminino</b> (♂ vs ♀)	BP	0,279	5,89	-5,98	17,75
	PN	0,000*	8,39	5,88	10,90
	EP	0,000*	7,24	3,45	11,03
	OB	0,007*	5,87	1,73	10,00

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .

As tabelas (21 e 22) referem as comparações múltiplas entre as categorias do IMC, por géneros, nas variáveis da CCR.

Tabela 21. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis em estudo da CCR no género masculino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
$VO_{2\text{pico}}$ (ml/kg/min)	peso normal	vs	baixo peso	0,75	0,837	-6,48	7,98
	peso normal	vs	excesso de peso	4,61	0,023*	0,66	8,56
	excesso de peso	vs	baixo peso	-3,86	0,330	-11,68	3,96
	obesidade	vs	baixo peso	-11,00	0,008*	-19,01	-2,99
	obesidade	vs	peso normal	-11,75	0,000*	-16,08	-7,43
	obesidade	vs	excesso de peso	-7,14	0,008*	-12,39	-1,90
FCpico (bpm)	peso normal	vs	baixo peso	-10,05	0,203	-25,60	5,49
	peso normal	vs	excesso de peso	-8,32	0,066	-17,20	0,57
	excesso de peso	vs	baixo peso	-1,73	0,840	-18,70	15,24
	obesidade	vs	baixo peso	-6,21	0,475	-23,41	10,99
	obesidade	vs	peso normal	3,84	0,416	-5,47	13,15
	obesidade	vs	excesso de peso	-4,48	0,443	-16,01	7,05
FCmáx. (bpm)	peso normal	vs	baixo peso	-2,90	0,507	-11,54	5,74
	peso normal	vs	excesso de peso	0,24	0,923	-4,59	5,07
	excesso de peso	vs	baixo peso	-3,14	0,509	-12,52	6,25
	obesidade	vs	baixo peso	-3,59	0,459	-13,15	5,98
	obesidade	vs	peso normal	-0,69	0,793	-5,86	4,49
	obesidade	vs	excesso de peso	-0,45	0,888	-6,79	5,88
FR (ciclos/min)	peso normal	vs	baixo peso	-0,13	0,961	-5,46	5,20
	peso normal	vs	excesso de peso	-0,57	0,701	-3,48	2,35
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,44	0,881	-5,32	6,19
	obesidade	vs	baixo peso	-2,17	0,467	-8,08	3,73
	obesidade	vs	peso normal	-2,04	0,206	-5,23	1,14
	obesidade	vs	excesso de peso	-2,61	0,184	-6,47	1,26
VE (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	8,54	0,102	-1,72	18,80
	peso normal	vs	excesso de peso	-4,92	0,085	-10,52	0,69
	excesso de peso	vs	baixo peso	13,46	0,018*	2,37	24,55
	obesidade	vs	baixo peso	14,61	0,012*	3,24	25,97
	obesidade	vs	peso normal	6,06	0,052	-0,07	12,20
	obesidade	vs	excesso de peso	1,15	0,761	-6,29	8,59

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Através do teste de *posthoc* verificaram-se, no género masculino, diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro do  $VO_2$  pico entre a OB e as restantes categorias do IMC ( $p \leq 0,05$ ) e ainda entre o PN com EP ( $p=0,023$ ) para o mesmo parâmetro, com valores médios menores na OB. Neste género ainda, no parâmetro VE, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de EP com o BP ( $p=0,018$ ) e entre a OB com BP ( $p=0,012$ ), com valores médios superiores nas categorias de peso excessivo.

Tabela 22. Comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis em estudo da CCR no género feminino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	peso normal	vs	baixo peso	-1,75	0,602	-8,39	4,89
	peso normal	vs	excesso de peso	3,46	0,025*	0,44	6,49
	excesso de peso	vs	baixo peso	-5,22	0,142	-12,21	1,78
	obesidade	vs	baixo peso	-10,98	0,003*	-18,22	-3,74
	obesidade	vs	peso normal	-9,23	0,000*	-12,79	-5,67
	obesidade	vs	excesso de peso	-5,77	0,007*	-9,94	-1,59
FCpico (bpm)	peso normal	vs	baixo peso	10,93	0,123	-2,99	24,85
	peso normal	vs	excesso de peso	-7,61	0,020*	-14,00	-1,22
	excesso de peso	vs	baixo peso	18,54	0,013*	3,91	33,18
	obesidade	vs	baixo peso	18,81	0,015*	3,66	33,96
	obesidade	vs	peso normal	7,88	0,039*	0,39	15,37
	obesidade	vs	excesso de peso	0,27	0,951	-8,48	9,02
FCmáx. (bpm)	peso normal	vs	baixo peso	-0,75	0,889	-11,42	9,92
	peso normal	vs	excesso de peso	-3,08	0,213	-7,96	1,79
	excesso de peso	vs	baixo peso	2,33	0,681	-8,89	13,56
	obesidade	vs	baixo peso	4,94	0,402	-6,68	16,56
	obesidade	vs	peso normal	5,69	0,051	-0,04	11,41
	obesidade	vs	excesso de peso	2,60	0,444	-4,11	9,31
FR (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	-0,81	0,805	-7,31	5,69
	peso normal	vs	excesso de peso	-1,20	0,423	-4,17	1,76
	excesso de peso	vs	baixo peso	0,39	0,910	-6,45	7,24
	obesidade	vs	baixo peso	-1,93	0,590	-9,02	5,15
	obesidade	vs	peso normal	-1,12	0,524	-4,61	2,36
	obesidade	vs	excesso de peso	-2,33	0,262	-6,42	1,76
VE (l/min)	peso normal	vs	baixo peso	7,08	0,202	-3,85	18,01
	peso normal	vs	excesso de peso	-5,80	0,023*	-10,78	-0,82
	excesso de peso	vs	baixo peso	12,88	0,029*	1,37	24,39
	obesidade	vs	baixo peso	14,68	0,016*	2,77	26,59
	obesidade	vs	peso normal	7,60	0,011*	1,74	13,45
	obesidade	vs	excesso de peso	1,79	0,606	-5,08	8,67

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Relativamente ao género feminino, verificam-se diferença estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro  $VO_{2pico}$  entre a categoria do PN com o EP ( $p=0,025$ ) e ainda entre a OB com todas as restantes categorias ( $p \leq 0,05$ ), verificando-se valores médios superiores nas categorias de menor peso. No parâmetro  $FC_{pico}$  verificaram-se também, diferenças significativas entre as categorias do PN com o EP

( $p=0,020$ ); entre o EP com o BP ( $p=0,013$ ); OB com o BP ( $p=0,015$ ) e OB com o PN ( $p=0,039$ ).

Na VE, ocorreram diferenças estatisticamente significativas ( $p\leq 0,05$ ) coincidentes com as mesmas comparações na  $FC_{pico}$ , verificando-se significado estatístico, entre as categorias do PN com o EP ( $p=0,023$ ); EP com o BP ( $p=0,029$ ); OB com o BP ( $p=0,016$ ) e OB com o PN ( $p=0,011$ ).

Estes resultados especulam ou confirmam a influência do aumento do valor do IMC com a diminuição do valor de  $VO_{2\ pico}$  e, possivelmente, o aumento dos valores da VE como consequência do aumento do esforço físico, derivado ao excesso de massa corporal a deslocar.

A tabelas (23 e 24) referem a análise de correlação de *pearson* entre as variáveis da composição corporal e os parâmetros avaliados na CCR, analisados através do teste do vaivém. Decidiu-se realizar a correlação por géneros devido à existência, para a totalidade da amostra, de uma correlação forte entre a VE e a altura ( $r=0,703$ ;  $p\leq 0,01$ ).

Tabela 23. Correlação entre os parâmetros da CCR e os antropométricos para o género masculino da amostra.

Variáveis		$VO_{2\ pico}$ (ml/kg/min)	FC pico (bpm)	FC máx. (bpm)	Fr (l/min)	VE (l/min)
<b>Idade</b> (anos)	<i>r</i>	0,010	0,211	0,163	-0,085	0,542*
	<i>P</i>	0,915	0,029	0,088	0,372	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113
<b>Peso</b> (kg)	<i>r</i>	-0,349*	0,143	0,019	-0,091	0,652*
	<i>P</i>	0,000	0,139	0,842	0,336	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113
<b>Altura</b> (m)	<i>r</i>	-0,125	0,164	0,081	-0,080	0,696*
	<i>P</i>	0,185	0,091	0,399	0,400	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<i>r</i>	-0,448*	0,118	-0,008	-0,085	0,500*
	<i>P</i>	0,000	0,225	0,933	0,371	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113
<b>Massa Gorda</b> (%)	<i>r</i>	-0,525*	0,199	-0,083	-0,024	0,394*
	<i>P</i>	0,000	0,039	0,386	0,804	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113
<b>Perímetro Cintura</b> (cm)	<i>r</i>	-0,469*	0,172	0,008	-0,073	0,520*
	<i>P</i>	0,000	0,074	0,935	0,442	0,000
	<i>N</i>	113	108	110	113	113

\* Correlações moderadas.  
Estatisticamente significativo para  $p\leq 0,01$ .

Tabela 24. Correlação entre os parâmetros CCR e os antropométricos para o género feminino da amostra.

Variáveis		VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	FC pico (bpm)	FC máx. (bpm)	Fr (l/min)	VE (l/min)
<b>Idade</b> (anos)	<i>r</i>	-0,014	-0,197	-0,030	-0,209	0,541**
	<i>P</i>	0,875	0,034	0,747	0,022	0,000
	<i>N</i>	121	116	119	121	121
<b>Peso</b> (kg)	<i>r</i>	-0,364**	0,124	0,108	-0,140	0,696**
	<i>P</i>	0,000	0,186	0,243	0,124	,000
	<i>N</i>	121	116	119	121	121
<b>Altura</b> (m)	<i>r</i>	-0,066	-0,095	-0,005	-0,146	0,733*
	<i>P</i>	0,473	0,312	0,958	0,110	,000
	<i>N</i>	121	116	119	121	121
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<i>r</i>	-0,486**	0,254	0,169	-0,070	0,448**
	<i>P</i>	0,000	0,006	0,067	0,443	,000
	<i>N</i>	121	116	119	121	121
<b>Massa Gorda</b> (%)	<i>r</i>	-0,554**	0,324**	0,194	-0,045	0,384**
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,035	0,622	,000
	<i>N</i>	120	115	118	120	120
<b>Perímetro Cintura</b> (cm)	<i>r</i>	-0,434**	0,186	0,110	-0,109	0,569**
	<i>P</i>	0,000	0,046	0,235	0,233	,000
	<i>N</i>	121	116	119	121	121

\* Correlações fortes. \*\*Correlações moderadas.  
Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,01$ .

Apesar de estatisticamente não terem sido identificadas correlações fortes, verificam-se correlações negativas moderadas para um grau de significância ( $p \leq 0,01$ ), ou seja, correlações moderadas que identificam a relação inversa entre o aumento dos parâmetros da CC, peso ( $r = -0,349$ ); IMC ( $r = -0,448$ ); %MG ( $r = -0,525$ ) e PC ( $r = -0,469$ ), com a diminuição do valor do VO<sub>2</sub> pico, no género masculino (tabela 23).

No género feminino verifica-se a mesma situação. Correlações moderadas que identificam a relação inversa entre o aumento dos parâmetros da CC, peso ( $r = -0,364$ ); IMC ( $r = -0,486$ ); %MG ( $r = -0,554$ ) e PC ( $r = -0,434$ ), com a diminuição do valor do VO<sub>2</sub> pico (tabela 24).

Verificou-se que a VE, nos dois géneros, apresenta uma associação positiva de significado moderado com todos os parâmetros antropométricos, exceto uma correlação forte verificada no género feminino com a altura ( $r = 0,733$ ).

#### **4.4. Correlação entre a função pulmonar e a capacidade cardiorespiratória.**

Ao ser realizada a análise de correlação entre os parâmetros medidos através de espirometria (estáticos) e os parâmetros medidos em teste de esforço máximo pertencentes à componente avaliativa da CCR, apenas se verificou, para a totalidade da amostra correlação forte ( $r \geq 0,7$ ;  $p \leq 0,01$ ) entre a VE (teste de CCR) e a CVF ( $r=0,714$ ) e entre o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,757$ ).

Ao analisar por géneros o resultado encontrada é, para o género masculino, a mesma relação entre a VE (teste de CCR) com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,710$ ). Nas raparigas verificou-se a existência de correlação entre a VE (teste de CCR) com a CVF ( $r=0,727$ ), o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,783$ ) e a CVE ( $r=0,800$ ).

Salienta-se que nos resultados encontrados entre as correlações dos restantes parâmetros, não se verificaram, quer para a totalidade, quer para os dois géneros, correlações fortes ou moderadas, positivas ou negativas.

#### **4.5. Análise da predição do VO<sub>2</sub>pico e dos constrangimentos na performance.**

Da amostra total ( $n_{total}=1564$ ), 1196 crianças ( $n= \text{♂}599$ ;  $\text{♀}597$ ) realizaram o teste do vaivém sem a utilização do analisador de gases portátil. Confrontando os dados com o  $n_{total}=234$  ( $\text{♂}113$ ;  $\text{♀}121$ ) que realizaram o teste do vaivém com a utilização do analisador de gases portátil Cosmed  $k_4b^2$ . A amostra apresenta os seguintes resultados descritivos, por idade e género (tabela 25).

Tabela 25. Valores descritivos dos parâmetros fisiológicos estimados e da *performance* física no teste do vaivém para a totalidade da amostra estudada, por idade e género.

		Idade (anos)				
		6	7	8	9	10
<b>VO<sub>2</sub> pico estimado c/K4</b> (ml/kg/min)	♂	n= 20 50,85 ± 1,90 46,89 - 55,21	n= 31 50,32 ± 2,08 47,11 - 57,89	n= 29 50,80 ± 2,97 45,24 - 54,27	n= 27 48,25 ± 2,66 43,38 - 54,93	n= 7 46,97 ± 4,07 43,90 - 55,83
	♀	n= 24 50,01 ± 1,50 48,97 - 53,13	n= 39 58,93 ± 1,36 47,11 - 51,46	n= 25 48,66 ± 2,90 45,24 - 56,41	n= 29 47,20 ± 2,07 43,38 - 50,31	n= 4 47,48 ± 3,08 43,90 - 51,06
<b>VO<sub>2</sub> pico estimado s/K4</b> (ml/kg/min)	♂	n= 115 50,06 ± 3,12 44,81 - 59,37	n= 148 49,83 ± 3,45 42,79 - 60,05	n= 144 48,70 ± 3,67 40,78 - 58,64	n= 134 47,82 ± 4,51 38,76 - 59,55	n= 58 45,46 ± 4,85 36,74 - 58,22
	♀	n= 105 50,97 ± 3,08 44,81 - 59,37	n= 171 50,88 ± 3,91 42,79 - 62,20	n= 134 49,98 ± 4,82 40,78 - 60,88	n= 138 49,54 ± 5,02 38,76 - 59,55	n= 49 46,14 ± 5,46 38,74 - 58,22
<b>Percursos s/k4 (1)</b>	♂	n= 105 17,70 ± 9,17 5 - 52	n= 171 22,94 ± 11,95 5 - 68	n= 134 24,67 ± 12,88 6 - 64	n= 138 28,36 ± 16,42 5 - 78	n= 49 27,02 ± 16,69 5 - 76
	♀	n= 115 20,36 ± 10,91 6 - 52	n= 148 26,91 ± 15,39 5 - 86	n= 144 30,26 ± 18,20 5 - 86	n= 134 35,89 ± 21,25 5 - 97	n= 58 30 ± 21,15 5 - 96
<b>Percursos c/k4 (1)</b>	♂	n= 20 18,05 ± 6,57 6 - 30	n= 31 22,39 ± 7,68 12 - 48	n= 29 30,79 ± 10,26 12 - 47	n= 27 28,15 ± 10,03 12 - 53	n= 6 30,67 ± 16,02 18 - 62
	♀	n= 24 16 ± 4,86 11 - 27	n= 39 17,90 ± 4,95 10 - 30	n= 25 22,56 ± 8,83 9 - 38	n= 29 24,45 ± 7,27 11 - 37	n= 4 30 ± 9,02 19 - 41
<b>Velocidade s/k4 (km/h)</b>	♂	n= 115 9,26 ± 0,75 8 - 11,50	n= 148 9,63 ± 0,80 8 - 12	n= 144 9,77 ± 0,82 8 - 12	n= 134 9,96 ± 0,98 8 - 12,50	n= 58 9,83 ± 1,02 8 - 12,50
	♀	n= 105 9,48 ± 0,74 8 - 11,50	n= 171 9,87 ± 0,91 8 - 12,50	n= 134 10,06 ± 1,08 8 - 12,50	n= 138 10,33 ± 1,09 8 - 12,50	n= 49 9,97 ± 1,14 8 - 12,50
<b>Velocidade c/k4 (km/h)</b>	♂	n= 20 9,45 ± 0,46 8,50 - 10,50	n= 31 9,74 ± 0,48 9 - 11,50	n= 29 10,24 ± 0,67 9 - 11	n= 27 10,05 ± 0,58 9 - 11,50	n= 7 10,14 ± 0,85 9,50 - 12
	♀	n= 24 9,25 ± 0,36 9 - 10	n= 39 9,42 ± 0,32 9 - 10	n= 25 9,76 ± 0,65 9 - 11,50	n= 29 9,83 ± 0,45 9 - 10,50	n= 4 10,25 ± 0,65 9,50 - 11

Género (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.); s/k4 e c/k4 (sem e com a utilização  $k_4b^2$ )

O parâmetro VO<sub>2pico</sub> estimado com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , verifica uma diminuição ligeira dos valores com o aumento da idade, em ambos os géneros sexuais, comparando o valor ao 6 e 10 anos de idade. Realça-se a limitação do N, nas diferentes idades e principalmente aos 10 anos, não ter sido igualmente representativo no VO<sub>2pico</sub> medido e estimado com a utilização do  $k_4b^2$  e sem a utilização do analisador.

Verifica-se nos parâmetros da *performance* física descritos (percursos e velocidade) aumento dos valores dos 6 anos para os 10 anos de idade, com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , em ambos os géneros.



As figuras (12, 13) descreve os valores  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  estimado pelas idades da amostra. A figura (14) descreve a evolução dos percursos, com e sem a utilização do analisador de gases, pelas idades da amostra, em ambos os géneros.

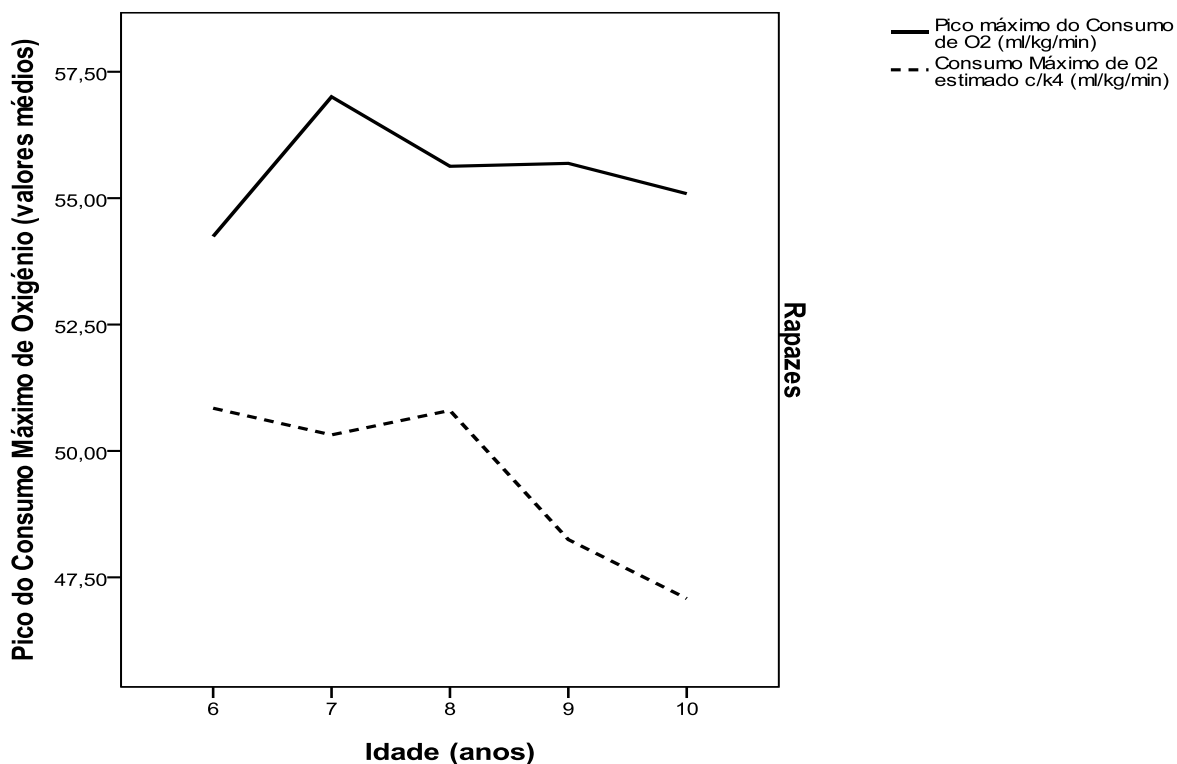


Figura 12. Descrição da evolução do  $VO_{2\text{pico}}$  medido e  $VO_2$  estimado com  $k_4b^z$ , pelas idades da amostra, no género masculino.

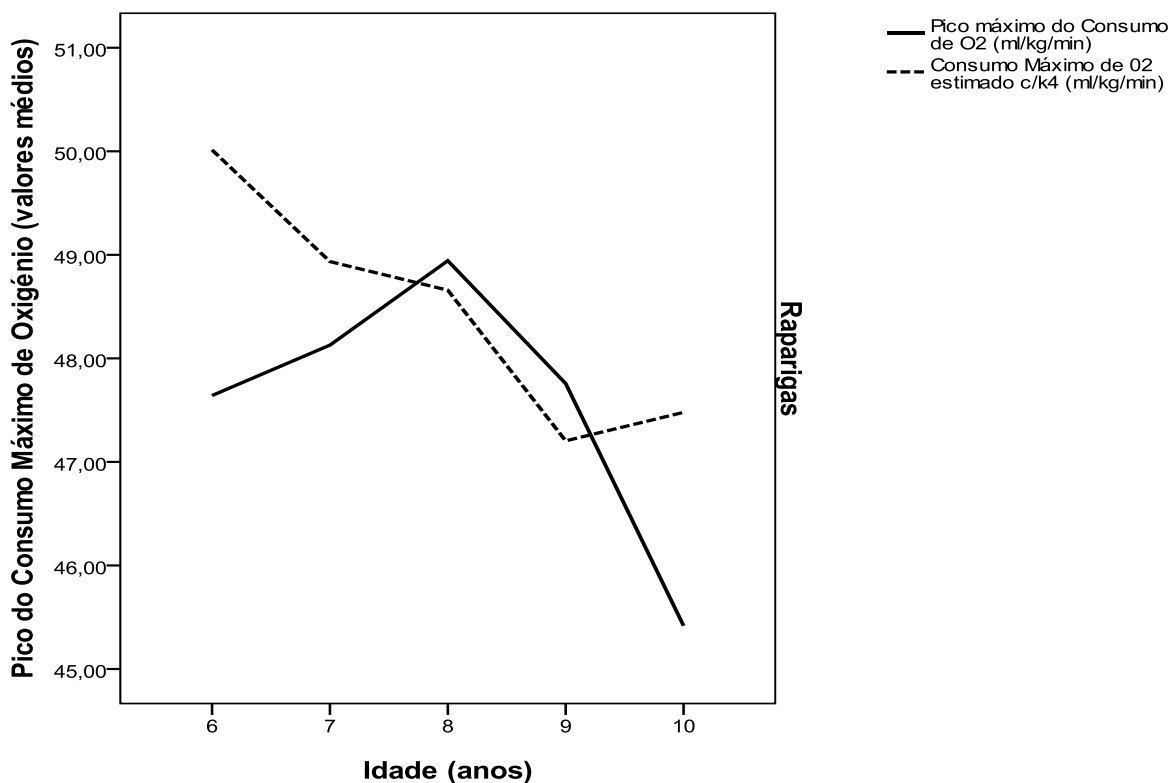


Figura 13. Descrição da evolução do  $VO_{2\text{pico}}$  medido e  $VO_2$  estimado com  $k_4b^2$ , pelas idades da amostra, no género feminino.

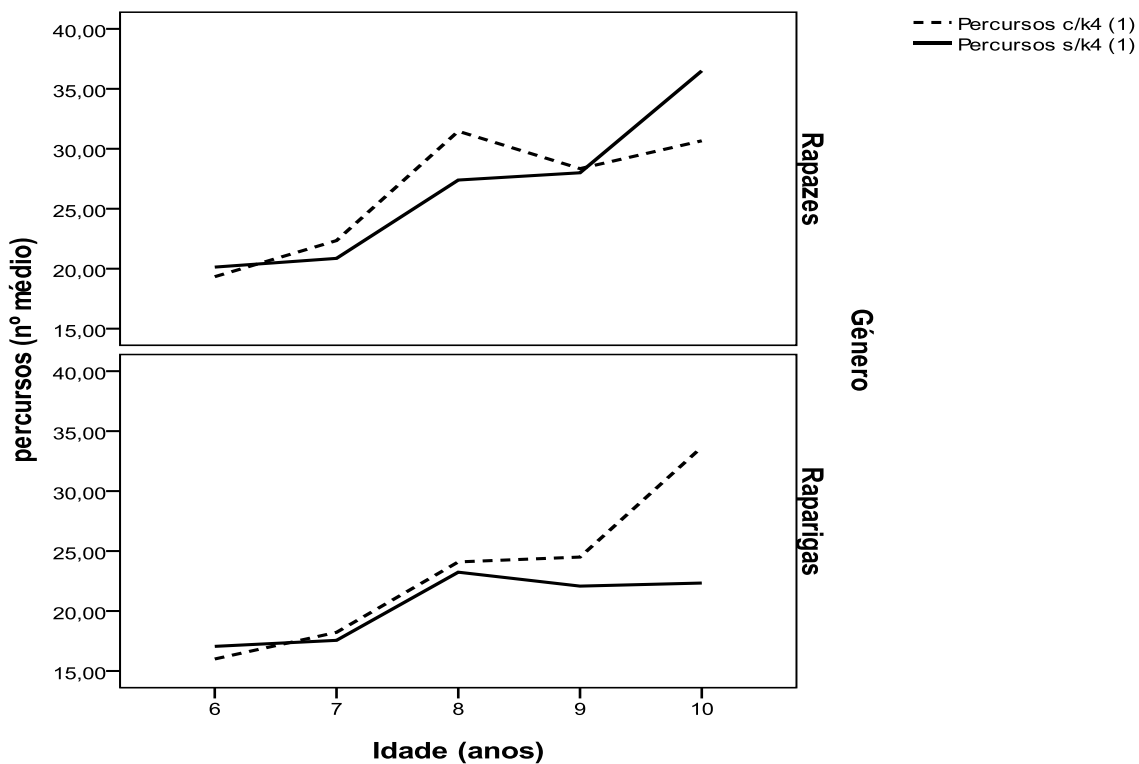


Figura 14. Descrição da evolução do número de percursos com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , pelas idades e géneros da amostra.

Através dos resultados (tabela 26) verificam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) quando comparadas as médias das variáveis  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  no género masculino, ou seja, para os rapazes da amostra a predição do  $VO_{2\text{pico}}$  não se apresenta válida.

Tabela 26. Comparações das médias das variáveis em estudo com a utilização e não utilização do  $k_4b^2$ .

Comparação entre variáveis		Média	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)	
				Min.	Máx.
$VO_{2\text{pico}}$ e $VO_{2\text{pico}}$ estimado com $k_4b^2$	♂	5,88	0,000*	4,44	7,31
	♀	-0,61	0,315	-1,80	0,58
Percurso com $k_4b^2$ e percursos sem $k_4b^2$	♂	1,14	0,280	3,23	-0,95
	♀	1,13	0,153	-0,43	2,69

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Verificou-se valores médios de  $VO_{2\text{pico}}$  55,75 ml/kg/min superiores ao  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  49,87 ml/kg/min, para o género masculino.

No género feminino não se verificaram diferenças estatisticamente significativas o que valida, para este género e para esta amostra, a utilização da equação de predição inerente ao teste do vaivém do *Fitnessgram*<sup>®</sup>. Para este género o valor médio no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  (48,63 ml/kg/min) é superior ao do  $VO_{2\text{pico}}$  medido (48,02 ml/kg/min).

Relativamente à performance no teste com expressão na comparação do número de percursos com a utilização do analisador de gases portátil  $k_4b^2$  e sem a utilização do analisador  $k_4b^2$ , não se verifica, para ambos os géneros sexuais, diferenças estatisticamente significativas. Verificaram-se valores médios superiores nos percursos, na realização do teste com o transporte do  $k_4b^2$  para o género masculino, verificando-se o contrário no género feminino. Diferenças no número de percursos com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , sem significado estatístico.

Através do tabela (27) verificam-se correlações moderadas positivas, com significância estatística para  $p \leq 0,01$ , entre o  $VO_{2\text{pico}}$  e os percursos com  $k_4b^2$  ( $r=0,537$ ) e entre o  $VO_{2\text{pico}}$  com o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  ( $r=0,526$ ) e ainda, entre o  $VO_{2\text{pico}}$  e os percursos sem  $k_4b^2$  ( $r=0,343$ ).

A ventilação (VE) também apresenta correlação moderada positiva com os percursos com  $k_4b^2$  ( $r=0,446$ ).

Tabela 27. Correlações entre os parâmetros da *performance* física e os fisiológicos estimados com os parâmetros fisiológicos medidos, na totalidade da amostra.

		Percursos com $k_4b^2$ (1)	$VO_{2\text{pico}}$ estimado com $k_4b^2$ (ml/kg/min)	Percursos sem $k_4b^2$ (1)	$VO_{2\text{pico}}$ estimado sem $k_4b^2$ (ml/kg/min)
<b><math>VO_{2\text{pico}}</math></b> (ml/kg/min)	<i>r</i>	0,537*	0,526*	0,343*	0,266
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>N</i>	234	234	209	209
<b>FC pico</b> (bpm)	<i>r</i>	-0,015	-0,010	-0,079	-0,099
	<i>p</i>	0,819	0,882	0,264	0,165
	<i>N</i>	224	224	200	200
<b>FC máx.</b> (bpm)	<i>r</i>	0,202	0,146	0,051	0,026
	<i>p</i>	0,002	0,027	0,467	0,717
	<i>N</i>	229	229	204	204
<b>Fr</b> (l/min)	<i>r</i>	0,020	0,169	-0,096	0,005
	<i>p</i>	0,765	0,010	0,166	0,946
	<i>N</i>	234	234	209	209
<b>VE</b> (l/min)	<i>r</i>	0,446*	0,027	0,282	-0,101
	<i>p</i>	0,000	0,684	0,000	0,145
	<i>N</i>	234	234	209	209

\*Correlações moderadas estatisticamente significativas ( $p \leq 0,01$ ).

Como nos resultados do quadro anterior não se verificaram correlações fortes não se realizou o mesmo tratamento para os géneros.

#### 4.5.1. Análise da predição do $VO_{2\text{pico}}$ e dos constrangimentos na *performance*, nas diferentes categorias do IMC.

Ao realizar-se o tratamento estatístico através da correlação de *pearson*, verificou-se para a totalidade ( $r=0,703$ ;  $p \leq 0,01$ ) e para o género feminino ( $r=0,733$ ;  $p \leq 0,01$ ) uma única relação forte entre a VE e a altura.

Salienta-se ainda para a totalidade da amostra e ambos os géneros, correlações moderadas negativas ( $r = -0,3$  a  $r = -0,7$ ) entre o aumento do peso, IMC, %MG e PC com a diminuição do  $VO_{2pico}$  e  $VO_{2pico}$  estimado com  $k_4b^2$ . Nas raparigas acrescenta-se a relação negativa moderada com  $VO_{2pico}$  estimado sem  $k_4b^2$  com os mesmos parâmetros da CC referidos anteriormente (exceto com o IMC).

A tabela (28) refere os valores descritivos da medição e predição do  $VO_{2pico}$  e dos constrangimentos verificados pelo número de percursos, analisando a amostra pelas diferentes categorias de IMC e para ambos os géneros sexuais.

Tabela 28. Valores descritivos e análise da variância das médias do  $VO_2$  medido e estimado e do parâmetro da *performance* física, entre as categorias do IMC.

		Baixo Peso	Peso Normal	Excesso Peso	Obesidade	F	P
		♂ n= 5 -♀ n=4	♂ n= 72 -♀ n=77	♂ n= 20 -♀ n=24	♂ n= 16 -♀ n=16		
<b>VO<sub>2</sub>pico estimado c/K4</b> (ml/kg/min)	♂	n= 5 49,17 ± 1,55 47,48 - 51,42	n= 72 50,51 ± 2,77 43,90 - 57,89	n= 20 49,25 ± 2,45 45,69 - 55,21	n= 16 47,95 ± 2,93 43,38 - 53,13	4,51	0,005*
	♀	n= 4 49,19 ± 1,22 47,48 - 50,31	n= 77 48,85 ± 2,04 43,38 - 53,13	n= 24 48,87 ± 2,75 43,90 - 56,41	n= 16 47,06 ± 1,76 43,38 - 49,26		
<b>VO<sub>2</sub>pico estimado s/K4</b> (ml/kg/min)	♂	n= 55 46,92 ± 3,46 41,07 - 49,71	n= 66 49,85 ± 3,01 41,51 - 56,41	n= 19 49,12 ± 4,06 43,38 - 55,73	n= 14 48,12 ± 2,68 43,90 - 52,62	2,21	0,920
	♀	n= 4 49,69 ± 2,76 47,48 - 53,58	n= 66 48,60 ± 2,81 43,38 - 57,29	n= 22 48,64 ± 3,17 43,38 - 56,41	n= 13 46,64 ± 2,61 43,01 - 51,42		
<b>Percursos c/k4 (1)</b>	♂	n= 5 24 ± 4,58 17 - 29	n= 72 27,56 ± 11,28 9 - 62	n= 20 23,90 ± 7,09 12 - 36	n= 16 19,38 ± 8,03 6 - 34	3,18	0,027*
	♀	n= 4 26,25 ± 7,50 19 - 26	n= 77 20,81 ± 7,87 9 - 41	n= 24 21,71 ± 6,86 11 - 33	n= 16 15,44 ± 3,56 10 - 21		
<b>Percursos s/k4 (1)</b>	♂	n= 5 17 ± 8,22 7 - 26	n= 66 26,14 ± 11,28 9 - 60	n= 19 27,68 ± 12,44 10 - 51	n= 14 20,36 ± 11,23 5 - 44	2,16	0,098
	♀	n= 4 24,50 ± 8,19 17 - 33	n= 66 20,48 ± 9,06 8 - 46	n= 22 20,50 ± 8,09 6 - 36	n= 13 14,15 ± 6,84 7 - 29		

Género (masculino ♂ e feminino ♀); Média e Desvio Padrão ( $\bar{x} \pm DP$ ); Mínimo e Máximo (min.-máx.)

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Através da tabela (28) verificou-se que os valores médios do  $VO_{2pico}$  estimado com  $k_4b^2$  e sem  $k_4b^2$  apresentam uma diminuição entre as categorias do PN e OB, para ambos os géneros.

Porém, apenas para o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as categorias do IMC, nos rapazes ( $p=0,005$ ) e nas raparigas ( $p=0,023$ ).

Relativamente ao parâmetro da *performance* física expresso pelo número de percursos, verifica-se uma diminuição do valor médio entre a categoria de PN e OB para ambos os géneros, como valores médios superiores nos rapazes. Apenas nos percursos com o transporte do analisador de gases  $k_4b^2$  se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de IMC e para ambos os géneros, nos rapazes ( $p=0,027$ ) e raparigas ( $p=0,014$ ). Nos percursos sem o transporte do  $k_4b^2$  não se verificam quaisquer diferenças.

Importa referir que para todos os parâmetros descritos no quadro anterior, verifica-se para o género masculino um aumento dos valores médios entre a categoria do BP e PN. No género feminino verifica-se o contrário.

Tabela 29. Comparações múltiplas nas categorias do IMC pelas variáveis em estudo no género masculino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
<b>VO<sub>2</sub> pico estimado com k<sub>4</sub></b> (ml/kg/min)	peso normal	vs	baixo peso	1,34	0,286	-1,14	3,82
	peso normal	vs	excesso peso	1,27	0,067	-0,09	2,62
	excesso peso	vs	baixo peso	0,07	0,956	-2,61	2,76
	obesidade	vs	baixo peso	-1,22	0,380	-3,97	1,53
	obesidade	vs	peso normal	-2,56	0,001*	-4,04	-1,08
	obesidade	vs	excesso peso	-1,30	0,156	-3,09	0,50
<b>Percursos com k<sub>4</sub></b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	3,56	0,447	-5,67	12,78
	peso normal	vs	excesso peso	3,66	0,154	-1,39	8,70
	excesso peso	vs	baixo peso	-0,10	0,984	-10,07	9,87
	obesidade	vs	baixo peso	-4,63	0,372	-14,85	5,60
	obesidade	vs	peso normal	-8,18	0,004*	-13,69	-2,67
	obesidade	vs	excesso peso	-4,53	0,183	-11,22	2,17

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Tabela 30. Comparações múltiplas nas categorias do IMC pelas variáveis em estudo no género feminino.

Variável	Categorias IMC		Diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
					Min.	Máx.	
<b>VO<sub>2</sub> pico estimado com k<sub>4</sub></b> (ml/kg/min)	peso normal	vs	baixo peso	-0,34	0,759	-2,52	1,85
	peso normal	vs	excesso peso	-0,02	0,973	-1,01	0,98
	excesso peso	vs	baixo peso	-0,32	0,782	-2,62	1,98
	obesidade	vs	baixo peso	-2,13	0,080	-4,51	0,26
	obesidade	vs	peso normal	-1,79	0,003*	-2,96	-0,62
	obesidade	vs	excesso peso	-1,8	0,011*	-3,18	-0,43
<b>VO<sub>2</sub> pico estimado sem k<sub>4</sub></b> (ml/kg/min)	peso normal	vs	baixo peso	-1,09	0,464	-4,01	1,84
	peso normal	vs	excesso peso	-0,04	0,958	-1,44	1,36
	excesso peso	vs	baixo peso	-1,05	0,503	-4,14	2,04
	obesidade	vs	baixo peso	-3,05	0,066	-6,30	0,20
	obesidade	vs	peso normal	-1,96	0,026*	-3,69	-0,24
	obesidade	vs	excesso peso	-2	0,049*	-3,99	-0,01
<b>Percursos com k<sub>4</sub></b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	-5,44	0,146	-12,81	1,92
	peso normal	vs	excesso peso	-0,90	0,595	-4,26	2,45
	excesso peso	vs	baixo peso	-4,54	0,249	-12,30	3,22
	obesidade	vs	baixo peso	-10,81	0,009*	-18,84	-2,78
	obesidade	vs	peso normal	-5,37	0,008*	-9,31	-1,42
	obesidade	vs	excesso peso	-6,27	0,008*	-10,91	-1,64
<b>Percursos sem k<sub>4</sub></b> (1)	peso normal	vs	baixo peso	-4,02	0,367	-12,80	4,77
	peso normal	vs	excesso peso	-0,02	0,994	-4,22	4,19
	excesso peso	vs	baixo peso	-4,00	0,394	-13,28	5,28
	obesidade	vs	baixo peso	-10,35	0,038*	-20,10	-0,59
	obesidade	vs	peso normal	-6,33	0,017*	-11,51	-1,15
	obesidade	vs	excesso peso	-6,35	0,037*	-12,32	-0,38

\*Estatisticamente significativo para  $p \leq 0,05$ .

Relativamente ao género masculino (tabela 29) apenas são apresentados os resultados onde existiram diferenças com significado estatístico. Foi possível verificar entre a categoria da OB e PN ( $p=0,001$ ) diferenças no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado e no número de percurso ( $p=0,004$ ), ambas na situação de transporte do analisador de gases.

No género feminino o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com a utilização do  $k_4b^2$  verificou-se diferenças entre a OB com PN ( $p=0,003$ ) e entre a OB e o EP ( $p=0,011$ ), verifica-se também, sem utilização do  $k_4b^2$  diferenças entre a OB e PN ( $p=0,026$ ) e entre a OB e EP ( $p=0,049$ ).

Relativamente à *performance* física relatada pelo número de percursos com e sem  $k_4b^2$ , verificaram-se diferenças entre a OB e todas as restantes categorias do IMC.

Com a utilização do  $k_4b^2$ , diferenças entre a OB e o BP ( $p=0,009$ ), entre o PN ( $p=0,008$ ) e entre o EP ( $p=0,008$ ). Sem a utilização do  $k_4b^2$ , diferenças entre a OB e o BP ( $p=0,038$ ), entre o PN ( $p=0,017$ ) e entre o EP ( $p=0,037$ ). Ambas a situações com número superior de percursos nas categorias de menor IMC.

Na tabela anterior (31) comparou-se os valores médios dos parâmetros  $VO_{2\text{pico}}$  nas duas condições de realização do teste do vaivém, com e sem  $k_4b^2$  para ambos os géneros sexuais e para cada categoria de IMC.



Tabela 31. Comparação entre as diferentes condições do estudo para ambos os géneros e nas diferentes categorias de IMC.

Comparação entre variáveis	IMC	diferença de médias	P	Intervalo de Confiança (IC 95%)		
				Min.	Máx.	
VO <sub>2</sub> pico medido e VO <sub>2</sub> pico estimado com k <sub>4</sub> b <sup>2</sup> (ml/kg/min)	♂	BP	8,33	0,090	-2,07	18,74
		PN	7,75	0,000*	5,91	9,59
		EP	4,4	0,001*	1,98	6,82
		OB	-1,45	0,222	-3,86	0,97
	♀	BP	2,43	0,484	-7,29	12,16
		PN	1,02	0,167	-0,44	2,48
		EP	-2,46	0,058	-5,01	0,09
		OB	-6,42	0,000*	-8,87	-3,97
VO <sub>2</sub> pico estimado com k <sub>4</sub> b <sup>2</sup> e VO <sub>2</sub> pico estimado sem k <sub>4</sub> b <sup>2</sup> (ml/kg/min)	♂	BP	2,25	0,233	-2,2	6,7
		PN	0,75	0,190	0,13	1,37
		EP	0,04	0,967	-1,75	1,82
		OB	0,1	0,923	-2,1	2,3
	♀	BP	-0,5	0,741	-4,9	3,9
		PN	0,32	0,277	-0,27	0,91
		EP	0,62	0,248	-0,46	1,7
		OB	0,52	0,265	-0,45	1,49
Percurso com k <sub>4</sub> b <sup>2</sup> e Percurso sem k <sub>4</sub> b <sup>2</sup> (1)	♂	BP	7	0,207	-5,93	19,93
		PN	2,12	0,078	-0,25	4,49
		EP	-3,32	0,266	-9,38	2,75
		OB	0,5	0,882	-6,62	7,62
	♀	BP	1,75	0,735	-13,3	16,75
		PN	0,83	0,415	0,82	65
		EP	1,73	0,357	-2,08	5,54
		OB	1,46	0,424	-2,39	5,31

\*Estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ .

Os resultados mostram que houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o VO<sub>2pico</sub> medido e o VO<sub>2pico</sub> estimado com transporte do k<sub>4</sub>b<sup>2</sup> no género masculino no PN ( $p=0,000$ ) e no EP ( $p=0,001$ ). Resultados com valores médios superiores no VO<sub>2</sub> pico medido. Na mesma situação de teste, no género feminino, verifica-se também diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na categoria da OB ( $p=0,000$ ), com valores médios superiores no VO<sub>2pico</sub> com k<sub>4</sub>b<sup>2</sup> na comparação do VO<sub>2pico</sub> medido.

Relativamente à comparação entre a estimação do VO<sub>2pico</sub> e também na comparação do número médio de percursos, com e sem a utilização do k<sub>4</sub>b<sup>2</sup>, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas diferentes categorias do IMC, nos dois géneros.

Capítulo V

## **DISCUSSÃO**

## **5. DISCUSSÃO**

O presente estudo tinha como objetivo principal verificar a influência da obesidade infantil (e composição corporal) nos parâmetros da função pulmonar avaliados através de espirometria e, a influência na capacidade cardiorespiratória avaliada através de oximetria direta, por meio de esforço máximo (teste do vaivém). Na tentativa de facilitar a percepção da discussão dos resultados optamos por uma sequência coincidente com a divisão estabelecida na apresentação dos resultados (ponto anterior). Procurámos ser objetivos, fundamentar os resultados com estudos anteriores, selecionados de forma criteriosa, pretendendo assim responder às hipóteses levantadas anteriormente.

### **5.1. Obesidade infantil e composição corporal**

À semelhança do que acontece noutros países, o primeiro simpósio português sobre obesidade pediátrica (2004), alertou para o facto de ser necessário começar a encarar a obesidade em crianças e jovens como a situação que hoje realmente se comprova, uma doença crónica, como forte indicador de prevalência na idade pediátrica para a idade adulta e associada a elevada morbilidade verificada já em idade pediátrica.

A obesidade infantil apresenta-se como um problema de saúde pública. A comparação de dados relativos à obesidade em crianças e adolescentes por todo o mundo não tem sido unânime devido à falta de consenso na classificação da obesidade e na interpretação de indicadores de excesso de peso e obesidade nestes grupos etários (Seidell, 2000). É preocupante verificar que o aumento da prevalência da obesidade, não se resume aos adultos, as populações jovens apresentam igualmente, valores percentuais elevados de excesso de peso e obesidade, apresentando por isso um elevado risco de se tornarem obesos na idade adulta (Baror & Baranowsky, 1994). O excesso de gordura nos jovens representa um maior risco para a saúde na condição de adulto, do que, a obesidade ao surgir apenas na fase inicial da vida adulta (McArdle, Katch & Katch, 2002). As crianças entre os 6-9 anos de idade comportam uma probabilidade 55% maior de serem obesas em adultas, ou seja, um risco dez vezes maior do que em crianças com massa corporal normal.

Num estudo realizado pelo Harvard Growth Study foram estudados 1857 sujeitos em idade escolar, durante 8 anos. As conclusões demonstraram que as crianças com excesso de peso, em comparação com as mais magras, tinham um maior risco global de mortalidade e um risco duas vezes mais elevado de doença cardíaca (McArdle, Katch & Katch, 2002). Bar-or et al., (1998) indicaram que cerca de 40 % das crianças obesas e 70% dos adolescentes obesos, se tornam adultos obesos.

Assim, as crianças e adolescentes encontram-se mais suscetíveis a uma série de morbidades enquanto adultos, onde se incluem a diabetes tipo 2, hipertensão, doenças cardiovasculares, osteoartrites nos joelhos, irregularidades a nível físico e psicológico (Bouchard & Blair, 1999). Portugal encontra-se entre os países da Europa com maior prevalência de crianças com excesso de peso e obesidade (Lissau *et al*, 2004; Padez *et al*, 2004; Ekelund *et al*, 2004).

Face aos resultados obtidos no nosso estudo (tabela 1) verificou-se que os sujeitos da amostra aumentam os valores de IMC com a idade, aos 6 anos ( $\text{♂}16,91 \pm 2,01$ ;  $\text{♀}16,63 \pm 2,02$ ) e aos 10 anos ( $19,55 \pm 3,71$ ;  $\text{♀}19,29 \pm 3,07$ ), os incrementos refletem o natural aumento nos parâmetros da altura e peso.

Os valores encontrados no presente estudo (figura 3) evidenciam um espectro de 58,8% classificado com peso normal. A incidência de excesso de peso (21,4%) e obesidade (15,6%) encontradas na nossa amostra apresentam valores mais elevados, ou seja, 37% da população infantil avaliada tem peso excessivo (EP e OB) comparando aos 31,6% encontrados por Padez *et al*. (2004) e ainda comparando a outros estudos com populações portuguesas (Rito *et al* 2008; Carvalhal *et al* 2007). Tomando como referência a categoria do excesso de peso (21,4%), os valores verificados, aproximam-se dos valores encontrados nos estudos referidos anteriormente (20,3% de EP no estudo de Padez *et al*, 2004) .

Os valores são ainda mais alarmantes ao analisarmos por géneros (figura 4). Verifica-se 40,1% (EP e OB) e 20,5% de prevalência de OB no género masculino. No género feminino, comparativamente com o género masculino, diminui a prevalência da OB para 10,6% mas soube o valor de EP para 23,3%. O quadro 13 (anexo 4) refere os valores absolutos (N) por categorias do IMC, géneros e também por idades

Os resultados da tabela (3) permitiram-nos concluir que a idade, para os dois géneros, não apresenta diferenças com significância estatística entre as comparações múltiplas das categorias do IMC, exceto no género feminino entre o PN e o EP ( $p=0,032$ ), o que comprova também o aumento das componentes da CC com o aumento da idade.

Os valores médios (tabela 1) do IMC são superiores nos rapazes em todas as idades, porém quando a amostra foi classificada pelo IMC (tabela 2) os valores médios são superiores nas raparigas (exceto no BP). Verificaram-se para todos os parâmetros antropométricos analisados (exceto na idade) diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) na análise de variância das médias nas diferentes categorias do IMC.

Quando realizadas as comparações múltiplas entre as categorias do IMC nas variáveis da composição corporal em estudo, através do teste de *posthoc* (tabela 4 e 5), apresentam significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ), entre todas as categorias do IMC, em ambos os géneros.

Estes resultados (na classificação de obesidade) sobrevalorizam os resultados encontrados por Padez *et al.* (2004), efetuado numa amostra de 4511 crianças portuguesas, com idades compreendidas entre os 7 e 9 anos, referindo que 33,7% das raparigas e 29,4% dos rapazes sofriam de excesso de peso ou obesidade. Carvalho *et al.*, (2008) referem que as crianças obesas são maioritariamente do género feminino. Noutro estudo com um grupo de 30 crianças obesas, com idades compreendidas entre os 4 e 10 anos, 57% eram do sexo feminino (Bass & Beresin, 2009). Também a prevalência do excesso de peso, foi de 14,1% para os rapazes e de 18,6% para as raparigas, enquanto a prevalência de obesidade nos rapazes foi de 4,4% e nas raparigas foi de 6,5% (Silva *et al.*, 2008).

Porém, a prevalência de excesso de peso encontrado no total da amostra (21,4%) vai de encontro a resultados de outros estudos efetuados em Portugal. Os dados de um estudo revelam que os níveis de excesso de peso e obesidade são preocupantes, 21,8% dos jovens apresentam prevalência de excesso de peso (Gomes, 2009). De acordo com o estudo de Coelho *et al.* (2008), numa amostra de 1875 alunos, com idades compreendidas entre os 5 e os 17 anos, 9,5% dos alunos apresentava obesidade e 21% excesso de peso.

Um estudo realizado no concelho de Coimbra, numa população de crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos de idade revelou que 19.1% das raparigas e 15.9% dos rapazes apresentavam excesso de peso e, 15.3% das raparigas e 13.9% dos rapazes, obesidade. Um estudo posterior realizado no mesmo concelho em que foram acompanhadas 41 crianças em idade pré-escolar entre 2005 e 2008, revelou percentagens de excesso de peso de 7.14% em 2005 e 28.57% em 2008 para raparigas e 7.41% (2005) e 11.11% (2008) para rapazes (Lopes S., 2009).

A incorporação das curvas de percentil da amostra do próprio estudo (figura 6 e 7) pretendeu indicar uma perspetiva do desenvolvimento e estabelecer uma referência na comparação com as curvas da OMS de 2007, estudadas nas crianças desta faixa etária.

A variação dos valores percentilado do IMC na nossa amostra apresenta valores mais elevados entre os 7 e os 9 anos devido possivelmente ao maior N da amostra neste intervalo de idades do que comparativamente aos 10 anos.

O perfil das curvas da própria amostra face às curvas de referência e, os respetivos desvios padrão da nossa amostra, poderá interpretar-se este comportamento, como uma manifestação de casos de excesso de peso. É ilustrado um maior valor de percentil nas curvas da própria amostra comparando às de referência, onde a partir dos 8 anos é evidente um aumento de casos de excesso de peso e obesidade. Embora seja verdade que valores elevados do IMC nestas idades estejam associados a uma tendência para a manifestação de excesso de peso e/ou obesidade na idade adulta, deve ser questionado se estas crianças não estarão só a crescer no seu ritmo, pois estas são idades com alterações no crescimento, podendo ser as curvas da OMS de 2007 desadequadas à nossa população. Existe a hipótese das crianças portuguesas terem características genéticas específicas, traduzindo uma relação peso/altura diferente da população de referência o que poderá levar a incorreções na classificação do IMC (Butte *et al.*, 2006 e 2007).

Embora os dados do IMC não nos permitam inferir exclusivamente da composição corporal dos sujeitos, não deixa de ser admissível que sujeitos com aumento crescente do IMC poderão incrementar também, neste tipo de população estudada, aumento dos valores da %MG.

A percentagem de massa gorda (%MG) e perímetro da cintura (PC) verificam valores médios (tabela 1), ligeiramente mais elevados no género masculino, exceto na categoria do EP. Aos 6 anos (♂15,67 ± 4,82 %MG; ♀13,85 ± 5,26 %MG) e aos 10 anos (♂ 21,11 ± 8,01 %MG; ♀19,42 ± 7,48 %MG).

Através da figura (5) que representa a distribuição das %MG por idades e géneros podemos verificar que é na idade dos 10 anos que se verificam maiores valores de %MG e que estes valores são, para todas as idades, superiores no género masculino. E valores mais elevados de PC também, aos 6 anos (♂56,68 ± 4,87 cm; ♀53,81 ± 4,80 cm) aos 10 anos (♂62,69 ± 7,30 cm; ♀61,62 ± 10,05 cm).

Valores que estão naturalmente ligados ao crescimento antropométrico das crianças. Quer nos rapazes, quer nas raparigas as componentes do IMC, da %MG e do PC apresentam diferenças significativas nas comparações entre as diferentes categorias do IMC (tabelas 4 e 5). Estes dados confirmam o crescimento dos valores médios com o aumento da severidade do IMC. Até aos 5 ou 6 anos de idade as crianças acumulam mais gordura subcutânea nas extremidades do que no tronco. A partir desta idade vão acumulando, também, gordura subcutânea na parte superior do corpo (Malina, 1999).

## 5.2. Função pulmonar e obesidade infantil

A obesidade infantil está associada a uma série de situações adversas já descritas anteriormente. Os problemas com crianças obesas incluem, para além de alterações metabólicas e físicas, possíveis alterações na função respiratória, relatadas em estudos (Inselma *et al.*, 1993; Bosisio *et al.*, 1984). Contudo, Li *et al.* (2003), num estudo de revisão conclui que as alterações nos volumes e capacidades pulmonares registadas com populações pediátricas são limitadas e não concordantes. Clinicamente, os sintomas da doença podem não manifestar-se até que a função pulmonar esteja muito reduzida, por isso, o diagnóstico precoce deve ser realizado através da avaliação espirométrica da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF<sup>1</sup>). A existência de obstrução ao fluxo aéreo é definida pela presença da relação VEF<sup>1</sup>/CVF obtida abaixo de 70% (Sutherland *et al.*, 2004).

Relativamente aos resultados obtidos, verificou-se, que os valores médios da CVF encontrados (tabela 6) aumentam com o aumento da idade, quer em termos absolutos quer percentuais. Por exemplo em termos absolutos, aos 6 anos (♂1,62 ± 0,30; ♀1,44 ± 0,28) e aos 10 anos (♂2,29 ± 0,27; ♀2,32 ± 0,48).

Os resultados expressos (tabela 7) no tratamento realizado para a comparação das médias, para as idades e géneros nos valores absolutos da CVF, verificou-se que a CVF difere significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino nas idades de 6 ( $p=0,004$ ), 7 ( $p=0,012$ ) e 8 ( $p=0,006$ ) anos. Verificando-se valores médios superiores no género masculino para as respetivas idades.

Na razão VEF<sup>1</sup>/CVF(%), que sugere a sensibilidade no padrão obstrutivo, conclui-se valores médios próximos entre géneros com ligeira superioridade nas

raparigas (exceto aos 8 anos) e com valores médios superiores aos 80% do valor predito para ambos os géneros, no mesmo parâmetro espirométrico.

A média dos valores do VEF<sup>1</sup>, em termos absolutos aumentam com a idade, aos 6 anos (♂1,55 ± 0,26; ♀1,37 ± 0,25) e aos 10 anos (♂2,09 ± 0,26; ♀2,19 ± 0,34), mas em termos percentuais não se verifica este aumento (tabela 6).

Os presentes resultados confirmam os dados de outros estudos quanto ao aumento da CVF e do VEF<sup>1</sup>, demonstraram, que entre os 3 e 24 anos a função respiratória cresce com a idade (Dickman *et al.*, 1971; Seely *et al.*, 1974; Schoenberg *et al.*, 1978; Schwartz *et al.*, 1988; Enright *et al.*, 2000).

A avaliação do FEF<sub>25-75</sub> descreve também um aumento dos valores médios absolutos com a idade, aos 6 anos (♂1,91 ± 0,52; ♀1,84 ± 0,48) e 10 anos (♂2,58 ± 0,55; ♀2,64 ± 0,4). O mesmo acontece na CVE e na VVM (tabela 6).

Entre géneros, e entre as idades estudadas, os parâmetros preditos das variáveis estudadas, através dos testes espirométricos, apresentam valores médios mais elevados no género masculino, excetuando nos parâmetros %CVF (6,7,8 e 9 anos), %VEF<sup>1</sup>/CVF (6, 7, 9 e 10 anos) e VEF<sup>1</sup>/CV (6, 7, 8, e 10 anos), onde os valores médios nestes parâmetros e nas idades referidas são superiores no género feminino (tabela 6).

Comparativamente com outros estudos, os mesmos resultados são concordantes, ou seja, descrevem valores distintos para CVF e VEF<sup>1</sup> em crianças, sendo mais elevados no sexo masculino. (Chehreh *et al.*, (1973); Schwartz *et al.*, (1988); Chinn e Rona, (1992); Rosenthal *et al.*, (1993). A principal fundamentação para o dimorfismo sexual descrito, especialmente para a CVF para jovens entre 6 e os 17 anos deve-se ao fator genético, como sugerido por Chehren *et al.*, (1973).

Refira-se a propósito que valores baixos do fluxo respiratório são demonstrativos de baixa capacidade ventilatória, particularmente se verificados ao nível da capacidade vital forçada no primeiro segundo (VEF<sup>1</sup>). O mesmo autor refere que sujeitos com obstrução das vias respiratórias podem mesmo apresentar valores de apenas 47% no parâmetro VEF<sup>1</sup>/CVF(%) e de apenas 20% no caso da obstrução grave das vias respiratórias, como se verifica por exemplo na asma aguda.



Ao realizar-se a distribuição percentual das frequências relativas (figura 10), inferior ou superior (ou igual) a 80% para os valores preditos da CVF de acordo com a classificação da ATS (1995), foi possível verificar que a maioria da nossa amostra (85,1% no rapazes e 88,8% nas raparigas) apresenta, em ambos os géneros sexuais, valores acima dos 80% preditos. Verificou-se também que no género masculino 14,9% encontrava-se abaixo dos 80% dos valores preditos e, no género feminino 11,2%.

Através da tabela (8) que representa a distribuição das percentagens dos valores preditos nas diferentes categorias do IMC e para os dois géneros, verificou-se elevadas percentagens da amostra classificada com valores superiores aos 80% predito. Verificou-se através do tratamento efetuado que mais de 85% da população infantil classificada com EP e OB apresentou valores acima dos 80% do valor predito nos parâmetros CVF(%), VEF<sup>1</sup>(%), VEF<sup>1</sup>/CVF (%), VEF<sup>1</sup>/CV (%) e FEF<sub>25-75</sub>, em ambos os géneros.

Rapazes e raparigas diferem significativamente (tabela 10) ao nível dos valores médios absolutos da CVF nas categorias de PN ( $p=0,006$ ), EP ( $p=0,005$ ) e OB ( $p=0,019$ ), com valores médios superiores nos rapazes e estes valores superiores nas categorias de EP e OB comparativamente aos valores dos rapazes com PN.

Fomos também verificar se o mesmo acontecia para os valores preditos, através da comparação das variáveis espirométricas na função pulmonar estudada, entre géneros, para as diferentes categorias do IMC (tabela 11). Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p\leq 0,05$ ) na %CVF no PN ( $p=0,000$ ) e na %FEF<sub>25-75</sub> na categoria de EP ( $p=0,017$ ). Verificando-se através do quadro das descritivas (tabela 6) valores médios superiores no género feminino para as duas variáveis espirométricas referidas anteriormente.

Todos os resultados anteriores sugerem que o aumento do valor do IMC não influencia negativamente a os valores dos parâmetros espirométricos. O efeito mais consistentemente relatados de obesidade na função pulmonar é uma redução da capacidade residual funciona (CRF). Esse efeito reflete uma alteração no equilíbrio da pressão inflacionária e deflacionária, devido à quantidade de tecido adiposo ao redor da caixa torácica e do abdômen e na cavidade visceral (Salome *et al.*, 2009). Na obesidade, a redução da CFR pode tornar-se tão acentuado que se aproxima de volume residual (VR). No entanto, os efeitos da obesidade sobre os volumes, a capacidade pulmonar total (CPT) e Volume residual, são pouco significativos. Muitos

estudos relatam uma associação entre o aumento peso corporal com a diminuição da CPT, porém, as alterações são pequenas, e esta é normalmente mantida acima do limite normal, mesmo na obesidade severa (Salome *et al.*, 2009).

Em crianças e adolescentes, os fatores de crescimento e o género (Chinn, 1996), podem ter maior influência sobre a força muscular respiratória do que os valores antropométricos. Segundo Boran *et al.*, (2007), em crianças e adolescentes, a função pulmonar é similar entre obesos e não obesos, o que veio confirmar os resultados por nós obtidos da não influência negativa da severidade do IMC, aliás verificámos diferenças entre géneros nos valores médios absolutos com o aumento do valor do IMC (tabela 10).

A comparação entre a variação das médias nas diferentes categorias do IMC, no género masculino, demonstra significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros CVF ( $p=0,000$ ); %CVF ( $p=0,000$ ); VEF<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ); %VEF<sup>1</sup> ( $p=0,005$ ); PFE ( $p=0,017$ ); %VEF<sup>1</sup>/CVF ( $p=0,001$ ); FEM<sub>75</sub> ( $p=0,044$ ); CVE ( $p=0,000$ ); VRI ( $p=0,002$ ); VE ( $p=0,002$ ); VVM ( $p=0,000$ ). Com valores superiores nas categorias de EP e OB comparativamente à categoria de PN (tabela 9), exceto no parâmetro %VEF<sup>1</sup>/CVF, onde o valor médio é superior no PN.

Relativamente ao género feminino a comparação entre as diferentes categorias demonstra significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros CVF ( $p=0,000$ ); VEF<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ); PFE ( $p=0,034$ ); FEM<sub>50</sub> ( $p=0,039$ ); FEM<sub>25</sub> ( $p=0,025$ ); CVE ( $p=0,000$ ). Com valores superiores nas categorias de EP e OB comparativamente à categoria de PN (tabela 9).

Importa referir que nesta comparação entre as diferentes categorias de IMC não se verificou significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros FEF<sub>25-75</sub>, VRE e FR em ambos os géneros.

Estes dados, contrariam novamente as expetativas iniciais da influência negativa do IMC, nos parâmetros espirométricos, pois como descrito anteriormente, os valores descritivos dos parâmetros espirométricos através da análise estatística (tabela 6), expôs o aumento das médias nos parâmetros avaliados com o aumento da severidade do IMC.

Num estudo com 39 crianças obesas, concluiu-se que a complacência e a resistência pulmonares expressas pela capacidade vital e volume residual foram semelhantes àquelas do grupo não obeso (Chaussain *et al.*, 1977). Bosisio *et al.*,

(1984) estudaram 23 crianças obesas e também encontraram volumes pulmonares dentro da normalidade.

Através do teste de *posthoc* (tabela 12) verificam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as diferentes categorias do IMC, para o género masculino, nos parâmetros %CVF, %VEF<sup>1</sup> e VVM, exceto entre as categorias do PN com o BP e entre a OB com o EP.

Existem diferenças estatísticas nos parâmetros espirométricos PFE entre as categorias da OB e do BP ( $p=0,025$ ) e OB com PN ( $p=0,011$ ).

Na variável VEF<sup>1</sup>/VFC (índice de *tifenau*) existem diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre as categorias PN e EP ( $p=0,001$ ) e, OB e PN ( $p=0,003$ ), que apesar dos valores estarem acima do valor predito é importante realçar que diminuem com a severidade do IMC, nos valores médios entre o PN a OB e entre o PN e EP. Poderá sugerir a influência negativa na função pulmonar, considerando segunda literatura, relevo importante desta razão na sensibilidade ao fenómeno obstrutivo.

Relativamente ao FEF<sub>25-75</sub> somente se verificou diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre a categoria de OB e PN ( $p=0,025$ ). No parâmetro CVE verificaram-se diferenças entre PN e EP ( $p=0,003$ ) e, entre a obesidade e as restantes categorias.

Relativamente ao género feminino, o teste de *posthoc* (tabela 13), traduz para o parâmetro CVF, diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o PN e EP ( $p=0,011$ ) e entre OB e PN ( $p=0,000$ ).

No parâmetro %VEF<sup>1</sup> verificou-se diferenças entre as categorias EP com BP ( $p=0,019$ ); entre OB e BP ( $p=0,001$ ) e entre OB com PN ( $p=0,000$ )

O parâmetro FEF<sub>25-75</sub> apresenta diferenças entre as categorias de EP e BP ( $p=0,036$ ), e entre OB e BP ( $p=0,013$ ). Na variável PFE verificam-se diferenças entre as categorias OB e BP ( $p=0,027$ ) e, OB com PN ( $p=0,015$ ). Na CVE verificam-se diferenças nas categorias de PN com EP ( $p=0,013$ ); OB com BP ( $p=0,023$ ) e OB com PN ( $p=0,000$ ). No VRE foram encontradas diferenças entre a OB com todas as restantes categorias (BP  $p=0,027$ ; PN  $p=0,028$  e EP  $p=0,037$ ). No parâmetro VVM apenas foram encontradas diferenças entre a OB e PN ( $p=0,037$ ). Também se verificar diferenças entre as categorias nos fluxos FEM 75, 50 e 25. Importa referir que não se verificaram diferenças significativas nos parâmetros %CVF, nos valores absolutos de VEF<sup>1</sup> e %VEF<sup>1</sup>/CVF.

Nos rapazes os valores absolutos e preditos da CVF e VEF<sup>1</sup> apresentam diferenças significativas entre as categorias do IMC com valores médios superiores verificados no EP e OB comparativamente ao PN. Nas raparigas não se constata estes resultados (tabela 9).

Ray *et al.* (1983) enfatizaram que a capacidade pulmonar total e a capacidade vital podem ser reduzidas apenas na obesidade extrema. A maioria dos estudos são relativamente consistentes quanto aos efeitos mais comuns da obesidade na função respiratória do adulto, contudo dados referentes ao impacto da obesidade infantil são mais limitados e menos concordantes.

Na correlação ( $p \leq 0,01$ ) entre as variáveis espirométricas para a totalidade da amostra tabela (14) constata-se correlações fortes entre a CVF com a CVE ( $r=0,846$ ). E entre a VEF<sup>1</sup> com o PFE ( $r=0,715$ ) e a CVE ( $r=0,858$ ). Ao verificar as mesmas correlações mas por género, verificou-se para os rapazes correlações positivas de significância forte no VEF<sup>1</sup> com a VVM ( $r=0,716$ ), com a CVE ( $r=0,846$ ) e com a FEF<sub>25-75%</sub> ( $r=0,744$ ). No género feminino verificaram-se relações positivas fortes entre o VEF<sup>1</sup> com a CVF ( $r=0,856$ ) e com o PFI ( $r=0,769$ ).

Nas verificações de correlações entre os parâmetros espirométricos e os da CC, para a totalidade da amostra, verificou-se correlação positiva forte entre o peso e a CVF ( $r=0,728$ ) e com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,710$ ) e entre a altura com a CVF ( $r=0,726$ ) e com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,725$ ), analisou-se posteriormente por géneros, através das tabelas (15 e 16).

Verifica-se, para o género masculino (tabela 15), correlação positiva forte entre a CVF com o peso ( $r=0,728$ ;  $p \leq 0,01$ ) e com a altura ( $r=0,726$ ;  $p \leq 0,01$ ). Para os mesmos parâmetros antropométricos verificam-se correlações com a VEF<sup>1</sup>, isto é, com o peso ( $r=0,710$ ;  $p \leq 0,01$ ) e com a altura ( $r=0,725$ ;  $p \leq 0,01$ ). No género feminino, correlação positiva forte entre altura com a CFV ( $r=0,755$ ;  $p \leq 0,01$ ), com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,725$ ;  $p \leq 0,01$ ) e com CVE ( $r=0,776$ ;  $p \leq 0,01$ ). Importa salientar que todas as correlações moderadas assinadas são de associação positiva.

O parâmetro da CVF/CV, o PFE e FR não apresenta significância de correlação (moderada ou forte) em ambos os géneros da amostra.

O PFE está correlacionado com os índices de obstrução brônquica, especialmente com o VEF<sup>1</sup>, contudo a medição do PFE é mais dependente do esforço e os seus resultados podem subestimar o grau de obstrução, sobretudo em crianças (Hernández *et al.*, 2005). No entanto, noutro estudo, a maioria das crianças com PFE

diminuído também apresentou valores de  $FEF_{25-75\%}$  inferiores ao LLN, parâmetro do qual não é dependente de esforço e que traduz obstrução das pequenas vias aéreas (Merino et al., 2005). O  $FEF_{25-75\%}$  pode ser o único parâmetro alterado na fase inicial de um processo obstrutivo, com quociente  $FEV^1/CVF$  normal (Fauci et al., 2008).

Nos resultados do nosso estudo não se verificaram correlações negativas entre os parâmetros referidos anteriormente e a composição corporal da amostra. Uma possível explicação poderá estar relacionada com o forte empenho que a criança teria que ter no teste da capacidade vital forçada de onde advêm os parâmetros  $FEV^1$  e  $FEF_{25-75\%}$ .

A razão  $FEV^1/CVF$  é considerada um parâmetro de alta sensibilidade no padrão obstrutivo (Rodrigues et al., 2002). Na razão  $FEV^1/CVF$ , os resultados das correlações efetuadas não expressam correlações negativas em ambos os géneros (tabela 15 e 16), em todas as componentes da CC.

Um artigo de revisão (Deane, 2006) admite que a redução do  $FEV^1$ , que ocorre com o aumento do IMC, é proporcional às alterações na CVF, permanecendo a razão entre os dois normal. Porém, Jones et al. (2006) não demonstraram variações significativas na razão  $VEF^1/CVF$  entre diferentes grupos de IMC, incluindo indivíduos com peso normal, excesso de peso, e com os três níveis de obesidade.

Importa referir que no presente estudo não consistiram, na metodologia, a realização de provas de broncodilatação após obtenção de uma razão  $VEF^1/CVF$  inferior a 80%, que nos permitiriam concluir sobre a reversibilidade do processo. É de referir ainda, que nenhuma criança apresentava sintomas de doença atópica, incluindo, de asma brônquica, ou de outra doença respiratória.

Nos resultados gráficos (figura 10) que descreviam a distribuição dos valores médios percentuais da CVF pelas categorias do IMC, indicam valores mais elevados no excesso de peso e obesidade, que na categoria do peso normal. Quer nos valores inferiores, quer nos valores (iguais ou) superiores aos 80% do valor predito. Os valores percentuais médios apresentados, superiores aos 80% do predito, aumentam com o grau de severidade do IMC. Isto comprova, para esta população estudada, resultados anteriormente verificados sobre a não influência negativa do IMC com a CVF ou sugerem-nos que o aumento da função pulmonar aqui registado pode estar condicionado com a ação mecânica de compressão facilitadora inicial que a massa corporal exerce em torno, sobretudo da grelha costal, pode impor um aumento à dinâmica expiratória do ciclo respiratório.

Estudos realizados em indivíduos obesos, sem outras patologias, sugeriram que a complacência pulmonar e da parede do tórax estavam diminuídas devido à deposição de tecido adiposo no tórax e abdómen, o que determina conseqüentemente o aumento da retração elástica e redução da distensibilidade das estruturas extrapulmonares (Sharp *et al.*, 1964). Ou seja, qualquer mudança no volume da cavidade torácica produz, portanto, uma mudança correspondente no volume pulmonar. As ações dos músculos esqueléticos voluntários durante a inspiração e a expiração alteram as dimensões torácicas de forma a modificar o volume pulmonar (McArdle *et al.* 2002). Os músculos intercostais movimentam uma massa aumentada de revestimento do tórax, assim, o músculo diafragma irá atuar contra a pressão do abdómen que se encontra distendido, aumentando o trabalho mecânico da respiração o que por sua vez exerce alteração importante na respiração (Zerah *et al.*, 1993).

Com base exclusivamente nos resultados obtidos poderá especular-se que o aumento do IMC possa não contribuir de forma relevante para a diminuição dos volumes e capacidades pulmonares, verificando-se aliás, o aumento de alguns dos parâmetros ventilatórios, como demonstrados nos estudos obtidos no nosso estudo.

Estudos como os de Dockery *et al.*, (1983), Fung *et al.*, (1990); Bosisio *et al.*, (1984) e Chaussain *et al.*, (1977), corroboram com os resultados encontrados na avaliação da nossa amostra, onde em crianças e adolescentes, a função pulmonar é similar entre obesos e não obesos (Boran *et al.*, 2007), resultados que convergem com os obtidos no nosso estudo.

No entanto, ainda são poucos os estudos disponíveis que nos pudessem auxiliar com maior pertinência na comparação e confrontação dos resultados. Por outro lado, os que existem, ainda questionam o facto do peso corporal afetar a função pulmonar. Se em crianças, o aumento do IMC pode estar associado a aumento na função pulmonar, devido à forte expectativa do efeito muscular, porém, em adultos e pessoas de idade mais avançada, o aumento do IMC parece estar associado à diminuição na função pulmonar devido à adiposidade. Conseqüentemente, o impacto total do IMC na função pulmonar em estudos populacionais pediátricos pode estar reduzido (Chinn, 1996). A maioria dos autores concorda que o peso não contribui para explicar as variáveis espirométricas ou só o faz em casos de obesidade severa, mas a inclusão ou não do peso pode depender das características de cada população específica (Birings, 1999). Em crianças e adolescentes, os fatores de crescimento e o género podem ter maior influência sobre a força muscular respiratória do que os valores antropométricos (Chinn, 1996).

### 5.3. Capacidade cardiorespiratória e obesidade infantil.

A avaliação do consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx.}$ ), ou seja, a capacidade do indivíduo captar, transportar e utilizar oxigénio a nível celular por unidade de tempo ( $ml.kg.min^{-1}$ ), é o valor que melhor representa, quantitativa e qualitativamente, a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório durante a atividade física (Machado, 2002 ; Wilmore e Costill, 2000).

No teste de esforço máximo aplicado no estudo, com aumento da intensidade do esforço acresce consequentemente maior necessidade em captar oxigénio pelo organismo, verificando-se um comportamento linear entre intensidade do exercício e consumo máximo de oxigénio (Wilmore e Costill, 2000). Com cargas máximas de trabalho, a literatura descreve a existência de uma estabilização no valor do  $VO_2$ , fenómeno denominado de *plateau* do  $VO_2$  (ACCT, 2003). Embora, a presença desse *platô* seja considerada como a maior evidência em avaliar o  $VO_{2máx.}$ , este valor gera controvérsia quando observado em indivíduos sedentários (Neder e Nery, 2002) ou em crianças e adolescentes (karila *et al.*, 2001; Rowland e Lee, 1992). Assim, muitos autores utilizam o pico do  $VO_2$  ( $VO_{2pico}$ ), ou seja, o maior valor de  $VO_2$  encontrado durante o teste máximo mais próximo do  $VO_{2máx.}$  (Rowland e Cunningham, 1992).

O  $VO_{2máx.}$  é geralmente expresso relativamente à massa corporal. Existe uma relação negativa entre o aumento do valor das variáveis de massa corporal e  $VO_{2máx.}$  ( $ml.kg.min^{-1}$ ), assim com o aumento da massa corporal existe a redução no  $VO_{2máx.}$  (Loftin *et al.*, 2001). Ao avaliar em termos absolutos existe um aumento no  $VO_{2máx.}$  ( $l.min^{-1}$ ) com o aumento da massa corporal (Geithner *et al.*, 2004). Em indivíduos obesos, a dimensão corporal é um fator importante, que pode influenciar nos valores do  $VO_{2máx.}$  absolutos ( $l.min^{-1}$ ) e relativos quando comparados aos não obesos (Marinov *et al.*, 2002; Ayub *et al.*, 2003; Ekelund *et al.*, 2004).

A base de dados sobre jovens com idade entre 8 e 16 anos é mais segura, e resultados de estudos transversais indicam um aumento quase linear no pico do  $VO_2$  ( $l/min^{-1}$ ) nos rapazes em relação à idade. Dados sobre o género feminino revelam uma tendência semelhante, mas com estabilização sensivelmente pelos 14 anos de idade. Estudos longitudinais são limitados mas concordam com estudos transversais que referem que o género masculino reflete um aumento gradual dos 8 até aos 16 anos com os maiores aumentos entre as idades de 13 e 15 anos. Nas raparigas são menos consistentes e, o  $VO_{2pico}$  parece aumentar progressivamente até a idade de 13

anos e estabilizar na idade de 14 anos. Os rapazes apresentam maior  $VO_{2pico}$  que as meninas pré-púberes, e acima da faixa etária de 8 a 16 anos, os valores neste género poderão aumentar em cerca de 150% e nas raparigas aproximadamente 80% (Armstrong, 2006).

No nosso estudo, os resultados obtidos demonstram maiores valores de  $VO_{2pico}$  nos rapazes ao longo das idades estudadas (tabela 17), aos 6 anos ( $54,24 \pm 6,66$ ) e aos 10 anos ( $55,09 \pm 3,02$ ), enquanto no género feminino aos 6 anos ( $47,64 \pm 6,13$ ) e aos 10 anos ( $45,42 \pm 3,82$ ). Valores médios que se encontram em conformidade com os de Krahenbuhl e Pangrazi (1983) que variavam entre os 45 e 60 ml/kg/min. Também Melo *et al.* (2010) encontrou, numa amostra semelhante à do presente estudo, valores médios de  $VO_{2pico}$  de  $53,3 \pm 9,2$  ml/kg/min para rapazes e de  $46,0 \pm 7,3$  ml/kg/min para raparigas. Quando comparados estes resultados do  $VO_{2pico}$  medido, verificamos semelhanças com o estudo de Melo *et al.* (2010), onde nos rapazes aos 8, 9 e 10 anos, respetivamente,  $52,6 \pm 1,4$  ml/kg/min,  $50,4 \pm 8,4$  ml/kg/min e  $56,8 \pm 8,4$  ml/kg/min. Nas raparigas de  $48,9 \pm 5,9$  ml/kg/min,  $42,3 \pm 7,3$  ml/kg/min e  $46,7 \pm 7,3$  ml/kg/min. Contudo para a totalidade da amostra o estudo anterior demonstrou que aos 8 anos o  $VO_{2pico}$  é de  $50,7 \pm 8,5$  ml/kg/min, aos 9 anos de  $46,4 \pm 8,5$  ml/kg/min e aos 10 anos de  $51,8 \pm 9,3$  ml/kg/min. Estes resultados corroboram e revelam-se próximos aos obtidos na nossa investigação, verificando-se no entanto no nosso estudo, ligeiras variações nos valores médios encontrados, nas diferentes idades e em ambos os géneros (tabela 17). Estas variações podem ser explicadas por diferenças na composição corporal (Mota *et al.* 2002) entre géneros, ao nível de atividade física praticada (Andersen *et al.* 2007) e capacidade anaeróbia (Rivera-Brown *et al.* 2001). De acordo com Krahenbuhl *et al.* (1989) se compararmos o  $VO_{2pico}$  absoluto (l/min) de rapazes e raparigas em diferentes idades cronológicas, os dados sugerem que os valores obtidos pelos rapazes são em média cerca de 12% mais elevados que os dados das raparigas aos 10 anos de idade e também que a diferença entre géneros começa a ser mais evidente durante os anos da adolescência, tipicamente, chegando até aos 37% aos 16 anos. Rutenfranz *et al.* (1982), aprofunda mais e indica que os rapazes demonstram claramente uma capacidade superior de prática da atividade física durante todos os anos ao longo da infância, contrariando assim outros estudos (Greydanus e Patel, 2002) que referem que não existem diferenças significativas na capacidade de realizar atividade física antes do pico pubertário.



Relativamente à  $FC_{pico}$  (tabela 17) os rapazes apresentaram valores médios crescentes com a idade, aos 6 anos, valores médios de  $180,39 \pm 18,58$  bpm e aos 10 anos valores médios de  $192,67 \pm 4,89$  bpm. Nas raparigas do nosso estudo não se verifica este crescimento com a idade, aos 6 anos apresentaram valores médios de  $191,21 \pm 10,28$  bpm e aos 10 anos de  $189 \pm 9,54$  bpm.

Estes valores verificaram-se próximos dos reportados por Massicote *et al.* (1985), com valores de  $194,5 \pm 6,9$  bpm para os rapazes e de  $193,4 \pm 6,3$  bpm para as raparigas, num intervalo etário dos 10 aos 17 anos. Num intervalo de idades de 8 a 10 anos, Matsuzaka *et al.* (2004) obtiveram resultados de  $196,5 \pm 7,0$  bpm e  $194,7 \pm 9,5$  bpm, respetivamente para rapazes e raparigas. Num estudo mais recente Ruíz *et al.* (2008) apresentaram valores de  $FC_{máx}$  de  $198,6 \pm 7,9$  bpm para os rapazes e  $196,2 \pm 7,7$  bpm nas raparigas. A  $FC_{máx}$  reportada no estudo de Melo *et al.* (2010) realizado com crianças portuguesas foi de  $195,1 \pm 10,1$  bpm em rapazes e  $195,9 \pm 8,0$  bpm em raparigas. Na avaliação da nossa amostra optamos por não referir a  $FC_{máx}$ , somente a  $FC_{pico}$  como sendo este o valor (bpm) identificado no momento da recolha do  $VO_{2pico}$ .

Os resultados obtidos na comparação do  $VO_{2pico}$  entre géneros para as diferentes idades da amostra (tabela 18), constatam que  $VO_{2pico}$  difere significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o género masculino e feminino para todas as idades da amostra. Aos 6 anos ( $p=0,001$ ), aos 7 ( $p=0,000$ ), aos 8 ( $p=0,004$ ), aos 9 ( $p=0,009$ ) e aos 10 anos ( $p=0,002$ ). Verificando-se valores médios superiores no género masculino para as respetivas idades (tabela 17).

Segundo Armstrong (2006), apesar de existir maior referência de valores acima da faixa etária entre os 8-16 anos por estes apresentarem maior estabilidade, os valores referenciados (valores relativos) nos rapazes (48-50 ml/kg/min) e nas raparigas (35-45 ml/kg/min), aproximam-se dos valores encontrados no nosso estudo. Refere ainda que os rapazes apresentam maior  $VO_{2pico}$  relacionados à massa corporal na infância e adolescência que as raparigas, com a diferença entre os géneros espectável pelo maior acúmulo de gordura corporal durante a puberdade no género feminino.

Quando classificada a amostra por categorias do IMC (tabela 19), os rapazes apresentam valores médios superiores de  $VO_{2pico}$ . Verificou-se também que, para ambos os géneros, os valores médios deste parâmetro diminuem com o aumento da severidade do IMC. A mesma conclusão é verificada na VE.

Dos resultados obtidos na comparação do  $VO_{2\text{pico}}$  entre géneros nas diferentes categorias do IMC (tabela 20), verificou-se diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os géneros, na categoria de PN ( $p=0,000$ ), EP ( $p=0,000$ ) e OB ( $p=0,007$ ). Verificando-se através valores médios superiores no género masculino (tabela 19).

Ao analisarmos (tabela 19) verificamos uma diminuição do valor de  $VO_{2\text{pico}}$  com o aumento da severidade do IMC. Na categoria PN ( $58,26 \pm 8,71$ ) o  $VO_{2\text{pico}}$  tem valor mais elevado do que na obesidade ( $46,51 \pm 6,01$ ), no género masculino. No género feminino, verifica-se a mesma situação, na categoria peso normal o  $VO_{2\text{pico}}$  ( $49,87 \pm 6,70$ ) e na obesidade ( $40,64 \pm 5,41$ ). Verificaram-se, através da análise de variância (tabela 19) diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos parâmetros  $VO_2$  pico ( $p=0,000$ ) e VE ( $p=0,024$ ), para o género masculino e,  $VO_{2\text{pico}}$  ( $p=0,000$ ) e VE ( $p=0,007$ ) no género feminino, entre as diferentes categorias do IMC. Relativamente aos valores da  $FC_{\text{pico}}$  verificaram-se diferença entre as categorias do IMC apenas no género feminino ( $p=0,009$ ).

Para verificarmos entre quais categorias do IMC existiam as diferenças realizou-se o teste de comparações múltiplas (tabela 21 e 22). Verificaram-se, no género masculino, diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro do  $VO_{2\text{pico}}$  entre a obesidade e as restantes categorias do IMC, isto é, comparando a OB com o BP ( $p=0,008$ ); com o PN ( $p=0,000$ ) e com o EP ( $p=0,008$ ). Para este mesmo parâmetro ( $VO_{2\text{pico}}$ ) verificou-se ainda diferenças entre o PN e o EP ( $p=0,023$ ). No género masculino ainda, no parâmetro VE, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre a categoria do EP com BP ( $p=0,018$ ) e entre a OB com o BP ( $p=0,012$ ).

Relativamente ao género feminino, verificam-se diferença estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro  $VO_{2\text{pico}}$  entre a categoria de PN com EP ( $p=0,025$ ) e ainda entre a OB com todas as restantes categorias, ou seja, obesidade com BP ( $p=0,003$ ); com PN ( $p=0,000$ ) e com EP ( $p=0,007$ ). No parâmetro FC pico verificaram-se também diferenças significativas entre as categorias de PN com EP ( $p=0,020$ ); EP com BP ( $p=0,013$ ); OB com BP ( $p=0,015$ ) e OB com PN ( $p=0,039$ ). Na VE, também se verificaram diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o PN com EP ( $p=0,023$ ); entre EP com BP ( $p=0,029$ ); OB com BP ( $p=0,016$ ) e OB com PN ( $p=0,016$ ).

Estes resultados confirmam a influência prejudicial do aumento do valor do IMC com a diminuição do valor de  $VO_{2\text{pico}}$ . Os resultados do nosso estudo comprova que os obesos apresentaram menor aptidão cardiorrespiratória que os não obesos. Zanconato *et al.* (1989) avaliaram e compararam o  $VO_{2\text{máx}}$  e limiar ventilatório de crianças e adolescentes obesos e não obesos, obtidos com teste máximo na passadeira, até a exaustão. Para o estudo foram selecionados 23 obesos e 37 não-obesos, de ambos os géneros, na faixa etária dos 8 aos 14 anos. Os resultados revelaram não haver diferenças no  $VO_{2\text{máx}}$  absoluto entre os grupos, entretanto quando expressos relativos à massa corporal o género feminino apresentava um  $VO_{2\text{máx}}$  (26,12%) mais baixo do que as não obesas, os rapazes obesos apresentavam valores (31,11%) mais baixos que os não obesos. A carga final de trabalho e tempo de teste foi menor no grupo obeso. A  $FC_{\text{máx}}$  obtida no teste foi similar entre os grupos. Num outro estudo também avaliado em tapete, Marinov *et al.*, (2002) verificaram que os valores de  $VO_{2\text{máx}}$  absoluto foram 21,6% mais altos no grupo obeso comparados ao não obeso. Porém, quando o  $VO_{2\text{máx}}$  era relativo à massa corporal, o grupo obeso apresentou valores 13,10% mais baixos do que os não obesos. Goran *et al.* (2000), que avaliaram 129 crianças na passadeira com idades de  $9,6 \pm 1,3$ , verificaram que as crianças obesas apresentaram  $VO_{2\text{máx}}$  absoluto maior do que as não obesas. O  $VO_{2\text{máx}}$  relativo à massa corporal foi menor nos obesos e relativo à massa magra foram similares. Concluíram que as crianças obesas não apresentam uma menor capacidade aeróbia quando relativa à massa magra, porém quando expresso relativo à massa corporal total, os valores são comprometidos em função da maior dimensão corporal.

Nas correlações entre as variáveis antropométricas e os parâmetros da CCR (tabelas 23 e 24), apesar de estatisticamente não terem sido identificadas correlações fortes, verificam-se correlações negativas moderadas para um grau de significância ( $p \leq 0,01$ ), ou seja, correlações moderadas que identificam a relação inversa entre o aumento dos parâmetros da CC, peso ( $r = -0,349$ ); IMC ( $r = -0,448$ ); %MG ( $r = -0,525$ ) e PC ( $r = -0,469$ ), com a diminuição do valor do  $VO_{2\text{pico}}$ , no género masculino.

No género feminino verifica-se a mesma situação. Correlações moderadas que identificam a relação inversa entre o aumento dos parâmetros da CC, peso ( $r = -0,364$ ); IMC ( $r = -0,486$ ); %MG ( $r = -0,554$ ) e PC ( $r = -0,434$ ), com a diminuição do valor do  $VO_{2\text{pico}}$ .

Estudos apontam que a obesidade instalada na infância e na adolescência pode afetar mais drasticamente os fatores de risco predisponentes às doenças cardiovasculares do que quando instalados em fases mais avançadas da vida. Crianças e adolescentes têm maior incidência de problemas relacionados à autoestima, além de apresentarem uma forte tendência a serem no futuro, adultos obesos potenciando assim todos os fatores de risco inerentes à condição de obeso (Guedes et al., 2006).

#### **5.4. Correlação entre a função pulmonar e a capacidade cardiorespiratória.**

Ao ser realizada uma análise de correlação entre os parâmetros medidos através de espirometria (estáticos) e os parâmetros medidos em teste de esforço máximo pertencentes à componente avaliativa da CCR, apenas se verificou, para a totalidade da amostra correlação forte entre a VE (teste de CCR) com a CVF ( $r=0,714$ ;  $p\leq 0,01$ ) e com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,757$ ;  $p\leq 0,01$ ). Ao analisar as mesmas correlações por géneros o resultado encontrado é, para o género masculino, a mesma relação entre a VE (teste de CCR) com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,710$ ;  $p\leq 0,01$ ). Nas raparigas verificou-se a existência de correlação entre a VE (teste de CCR) com a CVF ( $r=0,727$ ;  $p\leq 0,01$ ), com o VEF<sup>1</sup> ( $r=0,783$ ;  $p\leq 0,01$ ) e com a CVE ( $r=0,800$ ;  $p\leq 0,01$ ).

Salienta-se que nos resultados encontrados entre as correlações dos restantes parâmetros não se verificaram, quer para a totalidade, quer para os dois géneros correlações moderadas positivas ou negativas.

Estes resultados obtidos na VE em esforço comparativamente com os valores obtidos em espirométrica estática (sem exercício físico) poderá sugerir-nos a relação direta com o aumento da quantidade de O<sub>2</sub> consumido em cada ciclo respiratório.

### 5.5. Análise da predição do VO<sub>2</sub> pico e dos constrangimentos na *performance*.

A pertinência deste objetivo foi verificar se a equação de predição do VO<sub>2máx.</sub> de Leger *et al.* (1988), aplicada no teste do Vaivém pertence ao *Fitnessgram*<sup>®</sup>, seria para esta população estudada válida para a avaliação direta do VO<sub>2pico</sub> e, adicionalmente, propusemo-nos verificar se a utilização do analisador de gases portátil (Cosmed k<sub>4</sub>b<sup>2</sup>) provocaria constrangimentos na *performance* física, durante a realização do teste do vaivém em crianças.

A conversão prática dos dados da *performance* do teste de vaivém em valores de VO<sub>2máx.</sub> (ml/kg/min) faz com que este seja um dos métodos mais utilizados para medir a capacidade cardiorespiratória em crianças e adolescentes (Matsuzaka *et al.* 2004). Vários investigadores desenvolveram estudos de comparação de equações em que verificaram qual a significância de correlação entre as várias equações e o VO<sub>2pico</sub> mensurado, e é unânime entre a literatura existente, que a equação desenvolvida por Leger *et al.* (1988) é uma equação com elevado poder de predição dos valores de VO<sub>2pico</sub> (Liu *et al.* 1992; Van Mechelen *et al.* 1992; Matsuzaka *et al.* 2004; Melo *et al.*, 2010). O *Fitnessgram*<sup>®</sup> utiliza esta equação para predição dos valores de VO<sub>2máx.</sub> ao converter os dados de *performance* da realização do teste . Durante alguns anos a única equação disponível para a predição do VO<sub>2máx.</sub> através dos valores da *performance* do teste de vaivém era a equação de predição de Leger *et al.* (1988) para crianças e adolescentes pertencentes a um intervalo de idades de 8 a 19 anos.

Apesar do critério utilizado em adultos ser a obtenção de uma estabilização do VO<sub>2</sub>, são vários os estudos que reportam (Amstrong *et al.* 2000; Rivera-Brown, Alvarez *et al.* 2001) que na maioria das crianças não se verifica um estado de *estabilização* nos valores máximos de VO<sub>2</sub> (*platô*).

Ao verificarmos se as crianças da amostram atingiram os seus valores máximos de VO<sub>2</sub> durante a realização do teste do vaivém, utilizou-se como critério de análise o valor do VO<sub>2pico</sub> e a exaustão voluntária. Alguns estudos com crianças e jovens de países como, a Holanda, a China e o Japão (Van Mechelen *et al.* 1986; Barnett *et al.* 1993; Matsuzaka *et al.* 2004), com o intuito de validar o teste, reportaram valores médios de VO<sub>2pico</sub> de 53,2 ± 5,4 ml/kg/min, 53,8 ± 5,6 ml/kg/min e 52,1 ± 6,2 ml/kg/min ml/kg/min, respetivamente. Em raparigas Barnett *et al.* (1993) e Matsuzaka *et al.*

(2004) reportaram valores de  $45,1 \pm 4,6$  ml/kg/min e  $49,3 \pm 5,5$  ml/kg/min, respetivamente, que também se aproximam dos obtidos no presente estudo.

Os valores de predição do  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  são inferiores, no género masculino, aos valores medidos ( $VO_{2\text{pico}}$ ) em todas as idades da amostra. Aos 6 anos os valores de  $VO_{2\text{pico}}$  são de  $54,24 \pm 6,66$  (ml/kg/min) e na predição do  $VO_{2\text{pico}}$  com  $k_4$  de  $50,85 \pm 1,90$  (ml/kg/min). Aos 10 anos o  $VO_{2\text{pico}}$  apresenta valores médios de  $55,09 \pm 3,02$  e de  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4$  de  $46,97 \pm 4,07$  (ml/kg/min). No género feminino verifica-se o contrário, nas idades de 6, 7 e 10 anos, os valores da predição com  $k_4$  do  $VO_{2\text{pico}}$  são mais elevados do que os valores de  $VO_{2\text{pico}}$  (tabela 26). Verifica-se que aos 6 anos o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4$  tem valor médio de  $50,01 \pm 1,50$  (ml/kg/min) e o  $VO_{2\text{pico}}$  de  $47,64 \pm 6,13$  (ml/kg/min). Aos 10 anos o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado apresenta  $47,48 \pm 3,08$  (ml/kg/min) e o  $VO_{2\text{pico}}$  de  $45,42 \pm 3,82$  (ml/kg/min).

Com os resultados verificados anteriormente fomos realizar a comparação de médias entre os parâmetros  $VO_2$  pico e  $VO_2$  pico estimado com utilização do  $k_4$  em ambos os géneros. Relativamente aos resultados da predição do  $VO_{2\text{pico}}$  pela equação de Leger *et al.* (1988) obteve-se, analisando a comparação de médias entre o  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  (tabela 27), diferenças estatisticamente significativas para o género masculino ( $p=0,000$ ). No género feminino não se verificaram diferenças ( $p=0,315$ ). Este resultado significa que para a amostra masculina do presente estudo a predição do  $VO_{2\text{pico}}$ , através da equação de Leger *et al.* (1988) não é um bom preditor do  $VO_{2\text{pico}}$  em crianças, podendo justificar-se pela equação não ter sido construída com base numa população de crianças portuguesas.

Contudo, não só em estudos em que é utilizado o teste do Vaivém, em crianças e jovens, é possível recolher informação para comparação de dados de  $VO_{2\text{pico}}$ . A média de  $VO_{2\text{máx}}$  mensurado observada em crianças do sexo masculino no estudo de Mendes *et al.* (2010) em que foi utilizado o teste de Balke adaptado, é de  $58,02 \pm 9,75$  ml/kg/min e  $57,50 \pm 9,93$  ml/kg/min relativamente a crianças pré adolescentes que realizavam prática motora frequente e a crianças pré adolescentes que não a realizam. Estes valores estão em conformidade com os valores apresentados por Fernandes *et al.* (2006) num protocolo semelhante, que apresentou valores do  $VO_{2\text{pico}}$  de  $57,61 \pm 7,29$  ml/kg/min em indivíduos praticantes de futebol. Cureton *et al.* (2007) utilizando um protocolo para obtenção do  $VO_{2\text{máx}}$  em passadeira rolante e também para determinar a performance através da distância de corrida obteve valores médios de 49,6 e 45,4 ml/kg/min em crianças de 8 a 17 anos de idade. Estes factos podem por um lado explicar as diferenças entre o  $VO_{2\text{pico}}$  medido diretamente durante o teste de Vaivém e

os protocolos de corrida em passadeira. Contudo, Metaxas *et al.* (2005) reportaram valores de  $VO_{2\text{pico}}$  medido por um analisador de gases ( $48,1\pm 2,39$  ml/kg/min) durante o protocolo de Bruce adaptado em passadeira rolante, significativamente mais baixos que o  $VO_{2\text{máx}}$  estimado durante o teste de vaivém ( $52,3\pm 2,39$  ml/kg/min para  $p<0,01$ ).

Os coeficientes de correlações (tabela 28) obtidos entre o  $VO_{2\text{pico}}$  medido e o  $VO_{2\text{máx}}$  estimado com  $k_4b^2$  foi de ( $r=0,526$ ) para a globalidade da amostra, para a equação de Leger *et al.* (1988). Porém a correlação do  $VO_{2\text{pico}}$  com o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado sem  $k_4b^2$  não obteve significância.

O facto de os valores de correlação do presente estudo serem moderados entre o  $VO_{2\text{pico}}$  medido e o  $VO_{2\text{máx}}$  estimado (Leger *et al.*, 1988) pode indicar que estas equações são provavelmente eficientes para predizer o  $VO_{2\text{pico}}$  da amostra em estudo. Outros estudos que utilizaram a equação de Leger *et al.* (1988) apresentaram valores de coeficiente de correlação mais elevados para a globalidade das suas amostras, sendo  $r=0,72$  (Barnett *et al.* 1993),  $r=0,72$  (Liu 1992),  $r=0,93$  (Falgairrette *et al.* 1994),  $r=0,57$  (Fernhall *et al.* 2002) e por fim  $r=0,77$  (Matsuzaka *et al.* 2004).

Melo *et al.* (2010), num estudo com um espectro de idades semelhante ao nosso, apresenta os seguintes valores de coeficiente de correlação de  $r=0,72$  para a globalidade da amostra, de  $r=0,70$  para o género masculino e  $r=0,61$  para o género feminino, entre o  $VO_{2\text{pico}}$  mensurado e o  $VO_{2\text{máx}}$  estimado pela equação de predição de Leger *et al.* (1988). Na relação entre o  $VO_{2\text{pico}}$  mensurado e o  $VO_{2\text{máx}}$  estimado pela equação de Oliveira (1998), o mesmo autor reporta valores de  $r=0,66$  para a globalidade da amostra,  $r=0,69$  para o sexo feminino e  $r=0,75$  para o sexo masculino.

Outros autores (James *et al.*, 2006; Ruíz *et al.*, 2007; Melo, 2009), encontraram coeficientes de correlação mais elevados quando utilizadas outras equações de predição em que foi tido em conta vários aspetos como o IMC, o género sexual e o numero de percursos, como na equação de Matsuzaka *et al.* (2004).

Ao realizar-se o tratamento estatístico através da correlação de *pearson*, na predição do  $VO_{2\text{pico}}$  e nos constrangimentos na *performance*, nas diferentes categorias do IMC, verificou-se unicamente relação forte entre a VE e a altura para a totalidade ( $r=0,703$ ;  $p\leq 0,01$ ) e para o género feminino ( $r=0,733$ ;  $p\leq 0,01$ ). Salienta-se ainda para a totalidade da amostra e para ambos os géneros, correlações moderadas negativas ( $r=-0,3$  a  $r=-0,7$ ) entre o aumento do peso, IMC, %MG e PC com a diminuição do  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$ . Nas raparigas acrescenta-se a relação negativa

moderada com  $VO_2$  estimado sem  $k_4b^2$  com os mesmos parâmetros da CC referidos anteriormente (exceto com o IMC).

Para crianças em idades escolares, como as da nossa amostra, são vários as variáveis que podem provocar constrangimentos às suas *performances* desportivas. Segundo, Gagen e Getchell (2004) aspetos como o piso, as referências visuais, os fatores climatéricos e peso do material que estão a usar, são elementos que podem interferir na capacidade das crianças realizarem o teste do vaivém. Sendo o analisador de gases Cosmed  $k_4b^2$  (Cosmed, Roma, Itália) um dispositivo que pesa 475 gramas, e que em termos de volume ocupa grande parte do espaço na zona do peito das crianças, tornou-se importante inferir se esta utilização perturbaria a prestação das crianças durante a realização do teste do Vaivém.

Relativamente à performance no teste, com expressão na comparação do número de percursos realizados, não se verifica para ambos os géneros sexuais diferenças estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ , o que sugere que a utilização do analisador de gases  $k_4b^2$  não é um constrangimento à realização do teste: não influenciando assim o desempenho do mesmo (tabela 27).

Quando comparamos as duas situações de teste, utilização do analisador de gases *versus* teste sem a utilização do analisador, verifica-se valores médios que se aproximam, para ambos os géneros, nas duas situações de realização do teste. Aos 6 anos nos percursos com  $k_4b^2$  verifica-se no género masculino valores médios de  $18,05 \pm 6,57$  e aos 10 anos de  $30,67 \pm 16,02$ . Nos percursos sem  $k_4b^2$  verifica-se aos 6 anos valores médios de  $17,70 \pm 9,17$  e aos 10 anos de  $27,02 \pm 16,69$ . No género feminino verificou-se nos percursos com  $k_4b^2$  valores médios de  $16 \pm 4,86$  aos 6 anos e de  $30 \pm 9,02$  aos 10 anos. Enquanto nos percursos sem  $k_4b^2$ , aos 6 anos encontraram-se valores médios de  $20,36 \pm 10,91$  e aos 10 anos de  $30 \pm 21,15$  (tabela 26). Estes valores corroboram com os encontrados no estudo de Melo *et al.* (2010), em que o espectro de idades era semelhante ao do presente estudo, o número total de percurso completados foi de  $31,2 \pm 11,3$  nos rapazes e de  $21,6 \pm 7,2$  nas raparigas, valores que se aproximam dos nossos nas idades 8, 9 e 10 anos (tabela 26).

James *et al.* (2006), num estudo com crianças de 10 anos, das quais 37 do género masculino e 31 do género feminino, obtiveram valores médios relativamente próximos aos encontrados no nosso estudo, em que o número médio de percursos foram de  $31,24 \pm 12,93$  para o género masculino e  $23,61 \pm 10,75$  para o género feminino.



Numa amostra de 193 crianças e adolescentes num intervalo de idades, mais amplo que o nosso (10 a 19 anos), observaram nos rapazes e nas raparigas os seguintes valores de  $8,0\pm 1,7$  e  $4,0\pm 1,1$  níveis completados no teste do Vaivém, respetivamente. Em relação à velocidade máxima alcançada no teste do Vaivém, os mesmos autores apresentam os valores de  $12,0\pm 0,9$  km/h para os rapazes e de  $10,0\pm 0,5$  km/h para as raparigas. Relativamente ao tempo de exercício dos rapazes verificou-se os valores médios de  $8,0\pm 1,7$  minutos e para as raparigas de  $4,1\pm 1,1$  minutos, até ao momento em que o teste foi dado por terminado (Ruíz *et al.* 2008).

Atkinson *et al.* (2005) sugerem que os estudos para a verificação da validade da utilização de equipamento de mensuração de variáveis espirométricas e metabólicas devem ser realizados com uma amostra superior a 40 sujeitos, no nosso estudo, utilizamos uma amostra de 234 crianças que realizaram ambos os testes de vaivém, com o analisador portátil de gases.

Segundo, Prieur *et al.* (2003), os dados mensurados por analisadores portáteis de gases podem ser mais vulneráveis a fontes de erros do que os dados mensurados por analisadores de gases estacionários, especialmente devido aos movimentos a que o material é sujeito durante a marcha ou corrida. São escassos os estudos realizados com o intuito de averiguar esta hipótese, contudo estudos pilotos já foram realizados para observar se o custo energético se alteraria durante o exercício transportando um analisador de gases portátil. Os autores Flouris *et al.* (2007) utilizando 5 sujeitos (idade de  $21,6\pm 1,3$  anos e IMC de  $24,3\pm 1,5$ ) realizaram um teste piloto, que utilizou dois analisadores de gases diferentes, o analisador portátil de gases Cosmed K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Roma, Itália) e o analisador estacionário de gases Vmax29 (SensorMedics, Yorba Linda, CA). Os sujeitos realizaram duas vezes um teste em passadeira utilizando ambos os analisadores de gases, e os resultados sugerem que não existem diferenças significativas entre a média de  $VO_{2máx}$  mensurado pelo analisador de gases estacionário e o analisador de gases portátil ( $48,7\pm 3,1$  e  $49,1\pm 3,5$  ml/kg/min, respetivamente).

### **5.5.1. Análise da predição do $VO_2$ pico e dos constrangimentos na *performance*, nas diferentes categorias do IMC.**

No presente estudo a amostra utilizada que realizou o teste com o analisador de gases portátil apresenta um peso corporal médio de  $29,23 \pm 7,35$  kg. Em termos médios o analisador portátil de gases Cosmed  $k_4b^2$  (Cosmed, Roma, Itália) pesam 475 gramas, importava perceber se este peso extra era fator condicionante na realização do teste na amostra classificada pelo IMC.

os géneros e nas diferentes categorias do IMC.

No  $VO_2$  pico estimado com  $k_4b^2$  e sem  $k_4b^2$  verificou-se (tabela 29), através dos valores médios descritos, uma tendência de diminuição e entre categorias do PN e OB. Porém, apenas para o  $VO_2$  pico estimado com  $k_4b^2$  se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de IMC, nos rapazes ( $p=0,005$ ) e nas raparigas ( $p=0,023$ ).

Relativamente ao parâmetro da *performance* física expresso pelo número de percursos, verifica-se uma diminuição do valor médio entre a categoria de PN e OB para ambos os géneros, como valores médios superiores nos rapazes. Apenas nos percursos com o transporte do analisador de gases  $k_4b^2$  se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de IMC e para ambos os géneros, nos rapazes ( $p=0,027$ ) e raparigas ( $p=0,014$ ). Nos percursos sem o transporte do  $k_4b^2$  não se verificam quaisquer diferenças.

Importa referir que para todos os parâmetros descritos no quadro anterior, verifica-se para o género masculino um aumento dos valores médios entre a categoria do BP e PN. No género feminino verifica-se o contrário.

Os resultados (tabela 32) na comparação das condições de teste nas diferentes categorias de IMC para ambos os géneros) compara os valores médios dos parâmetros  $VO_2$  pico nas duas condições de realização do teste do vaivém, com e sem  $k_4b^2$  para ambos os géneros sexuais e para cada categoria de IMC. Os resultados mostram que houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o  $VO_2$  pico medido e o  $VO_2$  pico estimado com transporte do  $k_4b^2$  no género masculino no PN ( $p=0,000$ ) e no EP ( $p=0,001$ ). Resultados com valores médios superiores no  $VO_2$  pico medido.

No género feminino verifica-se também diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na categoria da OB ( $p=0,000$ ), com valores médios superiores no  $VO_2$  pico com  $k_4b^2$  na comparação do  $VO_2$  pico com  $VO_2$  pico estimado com  $k_4b^2$ .

Relativamente à comparação entre a estimação do  $VO_2$  pico com e sem o transporte do  $k_4b^2$  e ainda na comparação do número médio de percursos com e sem a utilização do  $k_4b^2$ , não se verificaram diferenças estatisticamente significativas para ambos

Relativamente ao género masculino (tabela 30), existem diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro  $VO_{2pico}$  medido entre o PN e o EP ( $p=0,023$ ) e também entre a OB e todas as restantes categorias de IMC, entre BP ( $p=0,008$ ), entre PN ( $p=0,000$ ) e entre EP ( $p=0,008$ ).

Entre a categoria da OB e PN verificaram-se diferenças no  $VO_{2pico}$  estimado ( $p=0,001$ ) e número de percurso ( $p=0,004$ ), ambos com a utilização do  $k_4b^2$ .

Relativamente ao género feminino (tabela 31), existem diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro  $VO_2$  pico medido entre o PN e EP ( $p=0,025$ ) e entre a OB e todas as restantes categorias de IMC, entre BP ( $p=0,003$ ), entre PN ( $p=0,000$ ) e entre EP ( $p=0,007$ ).

No  $VO_{2pico}$  estimado com e a utilização do  $k_4b^2$  verificou-se diferenças entre a OB com PN ( $p=0,003$ ) e entre OB e EP ( $p=0,011$ ), verifica-se também, sem utilização do  $k_4b^2$  diferenças entre a OB e PN ( $p=0,026$ ) e entre a OB e EP ( $p=0,049$ ).

Relativamente à *performance* física expressa pelos percursos com e sem  $k_4b^2$ , verificaram-se diferenças entre a OB e todas as restantes categorias de IMC. Com a utilização do  $k_4b^2$ , diferenças entre a OB e BP ( $p=0,009$ ), entre PN ( $p=0,008$ ) e entre o EP ( $p=0,008$ ). Sem a utilização do  $k_4b^2$ , diferenças entre a OB e BP ( $p=0,038$ ), entre o PN ( $p=0,017$ ) e entre o EP ( $p=0,037$ ).

No nosso estudo apesar de existirem diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes categorias de IMC relativamente à *performance* fisiológica ( $VO_{2pico}$  e  $VO_{2pico}$  estimado) e física na realização do teste com a utilização do  $k_4b^2$ , como anteriormente descrito, apenas se verificou para a totalidade da amostra masculina ( $p=0,000$ ), constrangimentos entre o  $VO_{2pico}$  e o  $VO_{2pico}$  estimado com  $k_4b^2$  (tabela 27). Estes resultados apresentam maior diferença quando analisados para a totalidade da

amostra, porque separadas por géneros as diferenças tendem a não ser dão díspares e consistentes.

Este tipo de teste permite que os sujeitos controlem o ritmo de corrida possibilitando uma adaptação fisiológica ao esforço de um modo progressivo e incute às crianças interesse em realizar a sua melhor *performance* possível, devido à competitividade e motivação que lhes é inerente pelo protocolo do teste (Paliczka *et al.*,1987). Contudo, em crianças muito novas, quando não lhes é transmitido sucintamente como se processa o aumento das intensidades de esforço, acompanhando cada novo nível do teste, ou por insuficiente controlo motor em exercício, tendem a desistir prematuramente evitando a exaustão física (Windeman *et al.* 1996).

## **CONCLUSÕES**

## 6. CONCLUSÕES

As crescentes taxas de obesidade têm implicações alarmantes na saúde das populações, na medida em que este problema, normalmente, tende a ser acompanhado por um conjunto de fatores de risco para a saúde. Maiores taxas de mortalidade e morbidade cardiovascular e, risco acrescido ao nível da fisiologia pulmonar. A explicação mais provável para a disseminação deste problema de saúde está intimamente associada às mudanças significativas ocorridas no estilo de vida (Bouchard, 2000). A obesidade é atualmente considerada uma das principais ameaças à saúde no mundo desenvolvido, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde a “epidemia do século XXI”. A prevalência do excesso de peso e da obesidade atinge hoje valores consideráveis, que variam internacionalmente e, vários são os autores que reportam que estes valores têm vindo a aumentar ao longo dos anos (McArdle, Katch & Katch, 2003; Armstrong & Welsman, 1997; Dietz 1995, Bouchard, 2000).

Embora as alterações na função respiratória sejam comuns em adultos obesos, não podemos inferir nenhuma conclusão dos estudos realizados com adultos já que a função fisiológica e deposição de gordura corporal são diferentes daquelas observadas em crianças, e também porque existem muitos fatores a equacionar, como perfil de tabagismo, um valor anormal no teste de função pulmonar pode ser causado por uma doença pulmonar intrínseca ou por outros fatores além de obesidade. Estudos longitudinais, incluindo testes espirométricos mais frequentes, são necessários para diagnosticar os efeitos dos diferentes níveis de obesidade na função pulmonar em crianças. No nosso estudo, os parâmetros antropométricos não demonstraram efeito significativo na função pulmonar. Não fica claro que o aumento do IMC possa contribuir de forma relevante para a diminuição das medidas espirométricas, verificando-se inclusive o aumento de alguns dos parâmetros pulmonares. Os resultados demonstram que as crianças pertencentes às diferentes categorias de IMC não diferem ao nível dos parâmetros dos testes da função pulmonar, pelo que a função pulmonar das crianças com maior IMC são em média semelhante àqueles das crianças com peso normal. Do presente estudo podemos retirar as seguintes conclusões:

- Os valores médios do IMC são superiores nos rapazes em todas as idades. Porém quando a amostra foi dividida pela classificação do IMC os valores médios são superiores nas raparigas (exceto no BP).
- Em todas as componentes avaliadas na CC existem diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos valores médios entre as diferentes categorias do IMC, em ambos os géneros.
- 37% da população infantil avaliada tem peso excessivo (EP e OB). 40,1% são rapazes e 33,9% são raparigas.
- Em todas as idades os valores médios da %MG são superiores nos rapazes.
- Quer nos rapazes, quer nas raparigas as componentes do IMC, da %MG e do PC apresentam diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nas comparações entre as categorias do IMC.
- Os valores médios absolutos da CVF são superiores nos rapazes (exceto aos 10 anos). Relativamente aos valores preditos, verifica-se precisamente o inverso.
- Entre rapazes e raparigas existem diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos valores médios absolutos da CVF nas idades de 6 ( $p=0,004$ ), 7 ( $p=0,012$ ) e 8 ( $p=0,006$ ) anos. Com valores superiores para os rapazes.
- Na razão  $VEF^1/CVF$ , que sugere a sensibilidade no padrão obstrutivo, conclui-se proximidade dos valores médios entre géneros com ligeira superioridade nas raparigas (exceto aos 8 anos) e com valores médios superiores aos 80% do valor predito para ambos os géneros.
- 85,1% dos rapazes e 88,8% das raparigas estão acima dos 80% do valor predito da CVF.
- Mais de 85% da população infantil classificada com EP e OB apresentou valores acima dos 80% do valor predito nos parâmetros CVF,  $VEF^1$ ,  $VEF^1/CVF$ ,  $VEF^1/CV$  e  $FEF_{25-75\%}$ , em ambos os géneros.

- Concluíram-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nos valores absolutos da CVF, VEF<sup>1</sup> e CVE, entre as categorias do IMC, nos dois géneros sexuais. Verificando-se valores médios superiores nas categorias do IMC mais elevado.
- Conclui-se que, apenas nos rapazes, existem diferenças entre as categorias do IMC nos parâmetros preditos da %CVF ( $p=0,000$ ), %VEF<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ) e nos valores absolutos do VRI ( $p=0,002$ ), VVM ( $p=0,000$ ) e VE ( $p=0,002$ ), com valores médios superiores nas categorias EP e OB comparativamente ao grupo de rapazes com PN.
- Nos rapazes, verificou-se para a razão %VEF<sup>1</sup>/CVF diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre as categorias do IMC com a redução dos valores médios dos grupos do EP ( $p=0,001$ ) e OB ( $p=0,003$ ) comparativamente ao PN, porém, todos os valores médios verificados são superiores aos 80% dos valores preditos.
- Rapazes e raparigas diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) ao nível dos valores médios absolutos da CVF nas categorias de PN ( $p=0,006$ ), EP ( $p=0,005$ ) e OB ( $p=0,0019$ ), com valores médios superiores nos rapazes e estes valores superiores nas categorias de EP e OB comparativamente aos rapazes com PN. No valor predito da %CVF diferem no PN ( $p=0,005$ ) mas com valores médios superiores nas raparigas.
- Nos rapazes os valores absolutos e preditos da CVF e VEF<sup>1</sup> apresentam diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as categorias do IMC com valores médios superiores verificados no EP e OB comparativamente ao PN.
- A CVF e o VEF<sup>1</sup> (valores absolutos) correlacionam-se positivamente com significância forte ( $r \geq 0,7$ ;  $p \leq 0,01$ ) com o peso e altura e moderadamente com todas as restantes componentes avaliadas na CC, nos dois géneros.



Os resultados do nosso estudo permitem concluir os efeitos negativos da condição de peso excessivo nas funções cardíacas e os meios pelos quais poderá afetar negativamente a saúde cardiorespiratória e, naturalmente, a aptidão aeróbia.

- Os valores médios do  $VO_{2\text{pico}}$  são superiores nos rapazes comparativamente às raparigas e apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) em todas as idades da amostra.
- Quando classificada a amostra por categorias do IMC, os rapazes apresentam valores médios superiores de  $VO_{2\text{pico}}$ , verificou-se também que, para ambos os géneros, os valores médios deste parâmetro diminuem com o aumento da severidade do IMC. A mesma conclusão é verificada na VE.
- Na comparação dos valores do  $VO_{2\text{pico}}$  entre rapazes e raparigas das diferentes categorias do IMC, concluem-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nas categorias de PN ( $p=0,000$ ), EP ( $p=0,000$ ) e OB ( $p=0,007$ ). Com valores médios superiores nos rapazes.
- Somente nas raparigas concluímos diferenças entre as categorias do IMC nos valores médios da  $FC_{\text{pico}}$  ( $p=0,009$ ). Nas raparigas a  $FC_{\text{pico}}$  e a VE verificam diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o grupo do PN com o EP, entre o EP com o BP, entre a OB com o BP, e ainda entre a OB com o PN. Com valores médios superiores nas categorias do IMC mais severas.
- Nos rapazes os valores médios do  $VO_{2\text{pico}}$  apresentam diferenças significativas entre a categoria do PN com EP ( $p=0,023$ ). E entre a OB com todas as restantes categorias ( $p \leq 0,05$ ). Verificando-se valores médios inferiores na categoria da OB.
- O parâmetro da VE, nos rapazes, verifica diferenças entre os grupos de EP com BP ( $p=0,018$ ) e entre o grupo de OB com BP ( $p=0,012$ ), com valores médios superiores nas categorias de IMC mais elevado.
- Foram encontradas correlações moderadas e inversas ( $p \leq 0,01$ ) entre a diminuição do  $VO_{2\text{pico}}$  com o aumento do IMC, nos rapazes ( $r= -0,448$ ) e nas raparigas ( $r= -0,486$ ).

- Os valores médios do  $VO_{2\text{pico}}$  dos rapazes e raparigas classificados como obesos, apresentam diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) com as restantes categorias do IMC, concluindo-se neste caso redução dos valores médios na categoria da OB.

Através dos resultados obtidos no estudo pode-mos concluir que o teste do vaivém é um instrumento válido para predizer o  $VO_{2\text{pico}}$  de crianças em idade escolar, exceto no género masculino, para esta população estudada. A equação testada de predição de Leger *et al.* (1988), utilizada pelo *software* do *Fitnessgram*<sup>®</sup>, parece ser indicada para predizer o  $VO_{2\text{pico}}$  de crianças em idade escolar. A utilização do analisador portátil de gases ( $k_4b^2$ , Cosmed, Roma, Itália) não provoca constrangimentos na performance física (mesurada através do número de percursos realizados) durante a realização do teste de Vaivém em crianças, para a amostra estudada.

- Verificam-se valores de *performance* física (percursos) mais elevados aos 6, 8 e 10 anos quando as crianças utilizam o de analisador de gases ( $k_4b^2$  Cosmed, Roma, Itália) no género masculino. Mas no género feminino, em todas as idades, verifica-se o inverso.
- Os valores mais elevados obtidos no teste realizado com o analisador de gases, no género masculino e para as idades de 6, 8 e 10 anos, poderá sugerir que a utilização do analisador de gases portátil constitui um fator motivacional que potencia as crianças a realizar melhores desempenhos, para esta parte da amostra.
- Todos os valores médios da performance física com e sem o transporte do analisador de gases, aumentam com a idade em ambos os géneros.
- Existem diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o  $VO_{2\text{pico}}$  e o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$ , nos rapazes ( $p=0,000$ ), com valores superiores no  $VO_{2\text{pico}}$  medido, concluindo-se assim, para este género da amostra, que o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado não é um bom preditor do  $VO_{2\text{pico}}$ .
- A conclusão anterior não se verifica nas raparigas, concluindo-se para este género, que a equação de predição é um bom preditor do  $VO_{2\text{pico}}$ .

- Não se concluiu diferenças com significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) no número médio de percursos com e sem o transporte do analisador de gases em ambos os géneros sexuais.
- Conclui-se que o número médio de percursos é mais elevado durante a realização do teste com o transporte do  $k_4b^2$  nos rapazes.
- Conclui-se que para rapazes e raparigas avaliados pelas respetivas categorias do IMC, que os valores médios do  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$  apresentam diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as categorias do IMC. Verificando-se menor média de valor na OB.
- Os rapazes obesos aquando da realização do teste com o transporte do  $k_4b^2$  apresentaram diferenças estatísticas no número médio de percursos ( $p=0,004$ ) e no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado ( $p=0,001$ ) comparativamente aos outros rapazes da categoria PN, com valores médios menores na obesidade para ambos os parâmetros referidos.
- As raparigas obesas apresentam valores médios significativamente ( $p \leq 0,05$ ) menores no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com e sem a utilização do  $k_4b^2$  comparativamente às restantes raparigas de PN e EP.
- Os rapazes com PN ( $p=0,000$ ) e EP ( $p=0,001$ ) apresentam valores médios significativamente mais elevados de  $VO_{2\text{pico}}$  comparativamente ao  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com o transporte do  $k_4b^2$ .
- Por outro lado conclui-se que as raparigas obesas apresentam diferenças significativas ( $p=0,000$ ) nos valores médios entre o  $VO_{2\text{pico}}$  e o  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$ , com valores médios superiores no  $VO_{2\text{pico}}$  estimado com  $k_4b^2$ .

A avaliação da função pulmonar e da capacidade cardiorespiratória aqui efetuada permitiu-nos esclarecer as hipóteses formuladas a propósito do eventual comprometimento do sistema respiratório face ao estado de desenvolvimento da obesidade infantil e assim, prognosticar fatores de risco ou doença na idade adulta (WHO, 1995). Nesta perspetiva, o uso da espirometria e oximetria revelou-se como um instrumento útil.

## CONCLUSIONES

Las crecientes tasas de obesidad tienen implicaciones alarmantes en la salud de la población, en la medida en que este problema, normalmente tiende a ser acompañado por un conjunto de factores de riesgo para la salud. Mayores tasas de mortalidad y morbilidad cardiovascular y riesgo a crecido al nivel de la fisiología pulmonar. La explicación más probable de la propagación de este problema de salud está íntimamente asociada a los cambios significativos que se han producido en el estilo de vida (Bouchard, 2000). La obesidad es hoy considerado como uno de las principales amenazas para la salud en el mundo desarrollado, siendo considerado por la Organización Mundial de la Salud la epidemia del siglo 21. La prevalencia de sobrepeso y obesidad alcanza valores considerables, que varían en función de los países, y hay varios autores que estos valores se han ido aumentando a lo largo de los años (McArdle, Katch & Katch, 2003; Armstrong y Welsman, 1997; Dietz 1995, Bouchard, 2000).

Aunque los cambios en la función respiratoria son comunes en los adultos obesos, no podemos sacar conclusiones de los estudios llevados a cabo con adultos ya que la función fisiológica y acumulación de grasa corporal son diferentes de los observados en los niños, Y también porque hay muchos factores a tener en cuenta, tales como perfil de fumar, una prueba de función pulmonar anormal puede ser causado por una enfermedad de los pulmones o intrínseco por otros factores distintos de la obesidad. Estudios longitudinales, incluyendo pruebas espirométricas más frecuentemente, son necesarias para diagnosticar los efectos de diferentes niveles de obesidad en las funciones pulmonares en los niños. En nuestro estudio, los parámetros antropométricos no mostró un efecto significativo en las funciones pulmonares. No está claro que lo mayor IMC puede contribuir significativamente a la reducción de medidas espirométricas, comprobando que si ha incluido el aumento de algunos de los parámetros pulmonares. Los resultados muestran que los niños que pertenecen a las diferentes categorías de IMC no difieren en el nivel de los parámetros de las pruebas de función pulmonar, por lo que la función pulmonar de los niños con mayor IMC son, en promedio similares a las de los niños con peso normal. El presente estudio, podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Los valores medios de IMC es mayor en los chicos de todas las edades, pero cuando se dividió la muestra por la clasificación del IMC valores medios son mayores en las chicas (excepto en BP).
- En todos los componentes evaluados en CC hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en valores medios entre las diferentes categorías del IMC para ambos sexos.
- 37% de la población infantil ha evaluado el exceso de peso (EP y OB). 40,1 % Son chicos y 33,9 % son chicas.
- En todas las edades los valores medios de la %MG son superiores en los chicos.
- En los chicos, tanto de las chicas los componentes del IMC, %MG y PC tienen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las comparaciones entre categorías de IMC.
- La media de los valores absolutos de CVF son mayores en los chicos (excepto para 10 años). En relación con los valores predichos, es precisamente la contraria.
- Entre los chicos y las chicas, hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en valores medios absolutos de CVF en las edades de 6 ( $p = 0.004$ ), 7 ( $p = 0.012$ ) y 8 ( $p = 0.006$ ) años. Con valores más altos para los chicos.
- En la relación  $VEF^1/CVF$ , lo que sugiere que la sensibilidad de la patrón obstructivo, se concluye que la proximidad de los valores medios de los géneros con una ligera superioridad en las chicas (a excepción de 8 años) y con un valores medios superior al 80% del valor predicho para ambos sexos.
- 85,1 % de los chicos y 88,8 % de las chicas están por encima del 80% del valor predicho de la CVF.
- Más del 85% de la población infantil clasificados con EP y OB presentaron valores por encima del 80% del valor predicho en la CVF,  $VEF^1$ ,  $VEF^1/CVF$ ,  $VEF^1/VC$  y  $FEF_{25-75\%}$ , en ambos sexos.

- Concluyo que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en valores absolutos de CVF, VEF<sup>1</sup> y CVE, entre categorías de IMC en ambos sexos. Tomando nota de que valores medios superiores en las categorías de IMC superior.
- Se llega a la conclusión de que, sólo en los chicos, existen diferencias entre las categorías de IMC en los parámetros previstos de %CVF ( $p = 0.000$ ), %VEF<sup>1</sup> ( $p = 0.000$ ) y en los valores absolutos de la VRI ( $p = 0.002$ ), VVM ( $p = 0.000$ ) y VE ( $p = 0.002$ ), con mayores valores en las categorías EP y OB en comparación con el grupo de chicos con PN.
- En los chicos, se constató que, para el motivo %VEF<sup>1</sup>/CVF las diferencias ( $p < 0.05$ ) entre categorías de IMC con la reducción de los valores medios de los grupos de la EP ( $p = 0.001$ ) y OB ( $p = 0.003$ ) en comparación con PN, sin embargo, todos se registran valores medios superior al 80% del valor predicho.
- Los chicos y las chicas difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) en el nivel de los valores medios de CVF en categorías absoluta de PN ( $p = 0.006$ ), EP ( $p = 0.005$ ) y OB ( $p = 0.019$ ), con mayores valores en los niños y estos valores más altos en las categorías de EP y OB en comparación a los chicos con PN. En valor predicho de %CVF difieren de la PN ( $p = 0.005$ ) pero con mayores valores en las chicas.
- En los chicos los valores absolutos y predijo CVF y VEF<sup>1</sup> ha diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el IMC con mayores valores registrados en el EP y OB en comparación con PN.
- La CVF y el VEF<sup>1</sup> (valores absolutos) están correlacionados positivamente con gran significado ( $r \geq 0.7$ ;  $p < 0.01$ ) con peso y altura y, moderadamente, con todos los demás componentes evaluados en CC en dos géneros.

Los resultados de nuestro estudio nos permite concluir los efectos negativos de la condición de exceso de peso en funciones cardiacas y los medios por los cuales puede afectar negativamente la salud cardiorrespiratoria y, por supuesto, la aptitud aeróbica.

- Los valores medios de  $VO_{2\text{pico}}$  son mayores en los chicos en comparación con las chicas y presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las edades de la muestra.
- Cuando clasifican la muestra por categorías del IMC, los chicos tienen mayor valores medios de  $VO_{2\text{pico}}$ , también se constató que, en ambos sexos, los valores medios de este parámetro disminuye con la creciente gravedad de IMC. La misma conclusión se verifica en VE.
- En la comparación de los valores de  $VO_{2\text{pico}}$  entre los chicos y las chicas de las diferentes categorías del IMC, concluir si existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las categorías de la PN ( $p = 0.000$ ), EP ( $p = 0.000$ ) y OB ( $p = 0,007$ ). Con mayores valores medios en los chicos.
- Sólo en chicas podemos concluir las diferencias entre las categorías del IMC en valores medios de  $FC_{\text{pico}}$  ( $p = 0,009$ ). En las chicas el  $FC_{\text{pico}}$  y la VE considera que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el grupo de PN con el EP, entre el EP con el BP, entre el OB con el BP, e incluso entre los OB con la PN. Con mayores valores en las categorías de IMC más severas.
- En los chicos los valores medios de  $VO_{2\text{pico}}$  tienen diferencias significativas entre la categoría de PN con EP ( $p = 0,023$ ). Y entre la OB con todas las demás categorías ( $p < 0.05$ ). Verifican valores medios inferiores a la categoría de la OB.
- El parámetro de la VE, en los chicos, destaca las diferencias entre los grupos de EP con BP ( $p = 0,018$ ) y entre el grupo de OB con BP ( $p = 0,012$ ), con mayores valores en las categorías de IMC superior.
- Se encontraron correlaciones moderadas y inversas ( $p \leq 0.01$ ) entre la disminución del  $VO_{2\text{pico}}$  con el aumento en el IMC en chicos ( $r = -0,448$ ) y las niñas ( $r = -0,486$ ).
- Los valores medios de  $VO_{2\text{pico}}$  de los chicos y las chicas clasificados como obesos, presentan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) con el resto de categorías del IMC, concluyendo en este caso reducción de valores medios en la categoría de OB.

A través de los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir que el teste de "vaivén" es un instrumento válido para predecir el  $VO_{2\text{pico}}$  de los niños en edad escolar, con la excepción de los chicos, para la población estudiada. La ecuación de predicción de Leger *et al.*, (1988), utilizado por el software del *Fitnessgram®*, parece ser indicado para predecir el  $VO_{2\text{pico}}$  de los niños en edad escolar. El uso de analizador de gas portátil ( $k_4b^2$ , Cosmed, Roma, Italia) no causar dificultades de rendimiento físico (medida por el número de viajes realizados) durante la ejecución de lo teste de "vaivén" en los niños, de la muestra estudiada.

- Hay valores de rendimiento físico (viajes/rutas) superiores a los 6, 8 y 10 años cuando los niños utilizan el analizador de gases ( $k_4b^2$  Cosmed, en Roma, Italia) en los chicos. Pero en las chicas, de todas las edades, es la opuesta.
- Los valores más altos obtenidos en lo teste realizada con el analizador de gases, para chicos y para las edades de 6, 8 y 10 años, podría llevar a pensar que el uso de analizador de gases portátil es un factor de motivación que de los niños para realizar mejores resultados en esta parte de la muestra.
- Todos los valores medios de rendimiento físico con y sin el transporte de el analizador de gases, aumenta con la edad en ambos sexos.
- Hay diferencias significativas ( $p<0.05$ ) entre el  $VO_{2\text{pico}}$  y el  $VO_{2\text{pico}}$  estimado con  $k_4b^2$ , en chicos ( $p=0,000$ ), con los valores más altos en el  $VO_{2\text{pico}}$  medido, concluir que es así, para este tipo de muestra, mientras que el  $VO_{2\text{pico}}$  estimado no es un buen predictor del  $VO_{2\text{pico}}$ .
- La conclusión anterior no se encuentra en el caso de las chicas, en la conclusión de este género, la ecuación de predicción es un buen predictor del  $VO_{2\text{pico}}$ .
- Si no se encontraron diferencias con significación estadística ( $p<0.05$ ) en el número medio de rutas con y sin el transporte transporte de el analizador de gases en ambos sexos.



- Se concluye que el número medio de las rutas es mayor durante la ejecución de la prueba con el transporte de  $k_4b^2$  en los niños.
- Se ha llegado a la conclusión de que para los niños y niñas evaluados por categorías de IMC, los valores medios del  $VO_{2pico}$  estimado con  $k_4b^2$  se encontraron diferencias significativas ( $p<0.05$ ) entre categorías de IMC. Con valor medio menor en OB.
- Los chicos obesos cuando se lleve a cabo la prueba con el transporte de  $k_4b^2$  mostró diferencias estadísticas en el número medio de rutas ( $p=0.004$ ) y  $VO_{2pico}$  estimado ( $p=0,001$ ) en comparación con los otros chicos de la clase PN, con valores medios menores en la obesidad para los parámetros anteriores.
- Las chicas obesas tienen valores medios significativamente ( $p<0.05$ ) menores en  $VO_{2pico}$  estimado con y sin el uso de la  $k_4b^2$  en comparación con las otras chicas con PN y EP.
- Los chicos con el PN ( $p=0,000$ ) y EP ( $p=0,001$ ) presente valores medios significativamente mayor  $VO_{2pico}$  en comparación al  $VO_{2pico}$  estimado con el transporte de  $k_4b^2$ .
- Por otro lado, se concluye que las chicas obesas tienen diferencias significativas ( $p=0.000$ ) en valores medios entre el  $VO_{2pico}$  y el  $VO_{2pico}$  estimado con  $k_4b^2$ , con mayores valores en el  $VO_{2pico}$  estimado con  $k_4b^2$ .

La evaluación de la función pulmonar y la capacidad cardiorespiratoria aquí realizado nos permitió aclarar los supuestos acerca del posible deterioro del sistema respiratorio en relación con el estado de desarrollo de la obesidad infantil y por lo tanto, predecir factores de riesgo o enfermedad en la edad adulta (OMS, 1995). Finalmente, el uso de la espirometría y oximetría reveló al mismo tiempo como un instrumento útil.

## CONCLUSIONS

The increased obesity rates have alarming implications in population's health because, usually, this problem tends to be accompanied by a group of risk factors for health, such as bigger mortality and cardiovascular morbidity rates and an increasing risk concerning pulmonary physiology. The most likely explanation for the spread of this health problem is intimately related to the significative changes that occurred in life style (Bouchard, 2000). Nowadays obesity is considered one of the major threats to health in the developed countries and the World Health Organization considers it to be the "21<sup>st</sup> century epidemic". In these days, overweight and obesity prevalence reach considerable values, which vary from country to country and there are several authors who report that values have been increasing throughout the years (McArdle, Katch & Katch, 2003; Armstrong & Welsman, 1997; Dietz 1995, Bouchard, 2000).

Even though the changes in the respiratory function are common in obese adults, we cannot infer any conclusion from the studies that were made on adults because the physiologic function and the deposit of body fat are different from those observed in children. There are also a lot of factors to consider, such as a smoking profile, an unusual result in the respiratory function test that can be caused by a pulmonary disease, or other factors besides obesity. Longitudinal studies, including the more frequent spirometric tests, are necessary to diagnose the effects of the different levels of obesity in pulmonary function in children. In our study, the anthropometric parameters didn't show a significant effect on pulmonary function. It's not clear if the raising of BMI (Body Mass Index) can contribute in a relevant way for the decrease of spirometric measures, when we can also observe the increase of some of the pulmonary parameters. Results show that children from different categories of BMI don't differ in what concerns to the parameters of tests of pulmonary function, so we can see that pulmonary function in children with higher BMI is usually similar to those of children with a regular weight. From the present study we can draw the following conclusions:

- BMI average values are higher on boys from all ages. Nevertheless, when the sample was divided by the BMI classification, the average values are higher on girls (except in BP).
- In all the components evaluated in CC there were significant differences ( $p \leq 0,05$ ) on average values between the different categories of BMI, in both genders.
- 37% of the children population assessed is overweight (EP and OB). 40.1% are boys and 33.9% are girls.
- In all ages the average values of %MG are higher in boys.
- Whether in boys or in girls, the components of BMI, %BF (body fat) and WC (waist circumference) show significant differences ( $p \leq 0,05$ ) in the comparison between the categories of the BMI.
- FVC absolute average values are higher in boys (except at the age of 10). Regarding predicted values, we can observe the opposite.
- There are significant differences between boys and girls ( $p \leq 0,05$ ) in FVC absolute average values at the ages of 6 ( $p=0,004$ ), 7 ( $p=0,012$ ) and 8 ( $p=0,006$ ). The highest values belong to the boys.
- In the ratio  $FEV^1/FVC$ , that suggests the sensibility in the obstructive pattern, we can conclude that there's a proximity of the average values between genders, with a slight superiority in girls (except at the age of 8) and with average values superior to 80% of the predicted value for both genders.
- 85,1% of the boys and 88,8% of the girls are above the 80% CVF predicted value.
- More than 85% of the children population classified with EP and OB, presented values above the 80% of the predicted value in the parameters FVC,  $FEV^1$ ,  $FEV^1/FVC$ ,  $FEV^1/VC$  and  $FEF_{25-75\%}$ , in both genders.

- There were significant differences ( $p \leq 0,05$ ) in the absolute values of the FVC, FEV<sup>1</sup> and CVE, among the categories of BMI, in the two genders. Higher average values can be observed in the categories with the highest BMI.
- We can conclude that, only in boys, there are differences between the categories of BMI in the predicted parameters of the %FVC ( $p=0,000$ ), %FEV<sup>1</sup> ( $p=0,000$ ) and in absolute values of VRI ( $p=0,002$ ), VVM ( $p=0,000$ ) and VE ( $p=0,002$ ), with higher average values in the EP and OB categories comparatively to the group of boys with PN.
- In boys, there were differences for the ratio %FEV<sup>1</sup>/FVC ( $p \leq 0,05$ ) between the BMI categories with the reduction of average values of the EP ( $p=0,001$ ) and OB ( $p=0,003$ ) groups, comparatively to the PN. However all the verified average values are higher to the 80% of the predicted values.
- Boys and girls differ significantly ( $p \leq 0,05$ ) to the FVC average values level in the PN ( $p=0,006$ ), EP ( $p=0,005$ ) and OB ( $p=0,0019$ ) categories, with higher average values in boys and these values are higher in the EP and PN categories comparatively to the boys with PN. In the predicted value of %FVC they differ in PN ( $p=0,005$ ), but with higher average values in girls.
- In boys the absolute and predicted values of FVC and FEV<sup>1</sup> show major differences ( $p \leq 0,05$ ) between the BMI categories, with higher average values shown in EP and OB comparatively to PN.
- The FVC and FEV<sup>1</sup> (absolute values) correlate positively, with a strong significance ( $r \geq 0,7$ ;  $p \leq 0,01$ ) to the weight and height and moderately to the remaining components evaluated in CC, in both genders.
- The results of our study allow us to conclude the negative effects of overweight in cardiac functions and the means by which it can affect negatively the cardio respiratory health and, naturally, the aerobic fitness.
- Average values of VO<sub>2peak</sub> are superior in boys comparatively to girls and present statistically significant differences ( $p \leq 0,05$ ) in all ages of the sample.

- When we classify the sample by BMI categories, boys have  $VO_{2peak}$  higher average values. We could also see that, for both genders, average values of this parameter decrease with the increase of BMI severity. The same conclusion is taken in EV.
- Comparing the  $VO_{2peak}$  values between boys and girls from different BMI categories, we can find significant differences ( $p \leq 0,05$ ) in PN ( $p=0,000$ ), EP ( $p=0,000$ ) and OB ( $p=0,007$ ) categories, with higher average values in boys.
- We can only see differences between the BMI categories in  $FC_{peak}$  average values ( $p=0,009$ ), in girls.  $FC_{peak}$  and VE have significant differences ( $p \leq 0,05$ ) between the PN with the EP group, between the EP with the BP, between the OB with BP and even between the OB with the PN. There are higher average values in the most severe BMI categories.
- In boys,  $VO_{2peak}$  average values have significant differences between PN with EP category ( $p=0,023$ ) and between the OB with the remaining categories ( $p \leq 0,05$ ). There are lower average values in the OB category.
- VE parameter in boys has differences between the groups of Ep with BP ( $p=0,018$ ) and between the group of OB with BP ( $p=0,012$ ), with higher average values in the BMI highest categories.
- Moderate and reverse correlations ( $p \leq 0,01$ ) were found between the decreasing of the  $VO_{2peak}$  with the BMI increase, in boys ( $r= -0,448$ ) and in girls ( $r= -0,486$ ).
- The  $VO_{2peak}$  average values from boys and girls classified as obese, present statistic differences ( $p \leq 0,05$ ) with the remaining BMI categories, concluding, in this case, the decrease of average values in the OB category.

Through the results obtained in the study we can conclude that, for the studied population, the maximal multistage 20m shuttle run test is a valid instrument for predicting the  $VO_{2peak}$  of school-age children, except in the male gender. The predicting equation tested by Leger *et al.* (1988), used by the *Fitnessgram*<sup>®</sup> software, seems to be indicated to predict the  $VO_{2peak}$  of school children.

Using the portable gas analyzer ( $k_4b^2$ , Cosmed, Rome, Italy) makes no constraints in the physical performance (measured by the number of performed circuits) during the execution of the maximal multistage 20m shuttle run test in children, for the studied sample.

- It can be seen higher physical performance values at 6, 8 and years old, when the children use the gas analyzer ( $k_4b^2$ , Cosmed, Rome, Italy) in the male gender. But in the female gender we are able to see the reverse situation in all ages
- The highest values obtained in the test made with the gas analyzer, with 6,8 and 10-year-old boys, may suggest, to this sample, that the use of the portable gas analyzer is a motivational factor that encourages children to have better performances.
- All average physical performance values, with or without the transportation of the gas analyzer, increase as the children are getting older, in both genders.
- There are significant differences between the  $VO_{2peak}$  and the  $VO_{2peak}$  estimated with  $k_4b^2$ , in boys, with higher values in the  $VO_{2peak}$  measured. We can conclude that, for this type of sample, the  $VO_{2peak}$  estimated is not a good predictor of the  $VO_{2peak}$ .
- The previous conclusion doesn't apply on girls, so, for this gender, the prediction equation is a good  $VO_{2peak}$  predictor.
- There are no differences with statistic result on the average number of circuits, with or without the portable gas analyzer, in both genders.
- We can say that, for boys, the average number of circuits is higher during the performance of the test with the transportation of  $k_4b^2$ .
- For boys and girls evaluated by the respective BMI categories, average values of the estimated  $VO_{2peak}$  estimated with  $k_4b^2$  show significant differences between the BMI categories. There's a lower mean value in OB.

- While doing the test with the transportation of  $k_4b^2$ , obese boys presented statistic differences in the average number of circuits ( $p=0,004$ ) and in the  $VO_{2peak}$  estimated ( $p=0,001$ ), comparatively to the other boys of the PN category, with lower average values in obesity for both referred parameters.
- Obese girls present significantly lower average values ( $p\leq 0,05$ ) in the  $VO_{2peak}$  estimated, with and without using  $k_4b^2$ , comparing to the remaining girls of PN and EP.
- Boys with PN ( $p=0,000$ ) and EP ( $p=0,001$ ) show significantly higher average values of  $VO_{2peak}$  comparatively to the  $VO_{2peak}$  estimated with the transportation of  $k_4b^2$ .
- On the other hand, we can conclude that obese girls show significant differences ( $p=0,000$ ) in average values between the  $VO_{2peak}$  and the  $VO_{2peak}$  estimated with  $k_4b^2$ , with higher average values in the  $VO_{2peak}$  estimated with  $k_4b^2$ .

The assessment of pulmonary function and the cardio respiratory capacity developed in this study allow us to clear up the assumptions made about the possible impairment of the respiratory system facing the development of children obesity and, therefore, predict risk factors or a disease later on in adulthood (WHO, 1995). In this perspective, the use of spirometry and oxymetry revealed itself as a useful instrument.

## 7. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste estudo transversal, as medidas dos indivíduos obesos foram medidas num único período de tempo, poderão não refletir o quadro da obesidade retratada. Uma avaliação radiológica teria sido útil neste estudo, já que poderia determinar a distribuição de gordura de forma mais precisa que os índices antropométricos. As medidas antropométricas convencionais vêm sendo criticadas por não serem consideradas fortemente fiáveis e por serem insuficientes na avaliação da gordura intra-abdominal (Brambilla *et al.*, 1994). Uma medida mais válida e precisa da distribuição da gordura corporal, seriam medidas obtidas através de métodos modernos de investigação como tomografia computadorizada, ressonância magnética ou DEXA.

Pessoas obesas adquirem potencial de maior risco de sintomas respiratórios, como falta de ar, especialmente durante o exercício, mesmo que não tenham nenhuma doença respiratória diagnosticada. A obesidade assume robustez para ter um efeito direto sobre o bem-estar respiratório, uma vez que aumenta o consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono, enquanto, ao mesmo tempo endurece o sistema respiratório e aumenta o trabalho mecânico necessário para a respiração (Salome *et al.*, 2009). Atualmente, na área da pneumologia discute-se a relação entre obesidade e asma. Na revista *Thorax* (2001), foi publicado um estudo, numa amostra de população dos EUA com idades compreendidas entre os 4 e os 17 anos, que mostrou uma associação entre o aumento do IMC e o aumento de prevalência da asma. Os resultados da investigação sugerem que as provas funcionais respiratórias de rotina poderão ser úteis na deteção de alterações precoces na função pulmonar infantil.

O  $VO_{2\text{pico}}$  está altamente correlacionado à massa corporal, e pesquisas têm fundamentado a razão do  $VO_{2\text{pico}}$  pela massa corporal e expressando-o como a razão de mililitros de oxigênio por quilograma de massa corporal por minuto (ml/kg/min). Porém, Armstrong *et al.* (1998) alerta que quando o  $VO_{2\text{pico}}$  é expresso dessa forma, sugere um entendimento diferente daquele quando usamos valores absolutos do



$VO_{2\text{pico}}$  (l/min). A escala alométrica (análise logarítmica de covariância) pretende minimizar os efeitos da massa corporal no valor do  $VO_{2\text{pico}}$ .

Equaciona-se que quando a massa corporal é adequadamente controlada usando a alometria, existe um efeito positivo significativo da avaliação do  $VO_{2\text{pico}}$  independentemente da massa corporal.

O teste do vaivém permite que os sujeitos controlem a sua passada permitindo uma adaptação fisiológica ao esforço de um modo progressivo e transmite às crianças interesse em realizar a sua melhor *performance* devido à competitividade e motivação que lhes é inculcada pelo protocolo do teste (Paliczka *et al.*,1987). Contudo, em crianças, quando não lhes é transmitido sucintamente como se processa o aumento das intensidades de esforço, acompanhando cada novo nível do teste, ou por insuficiente controlo motor em exercício, tendem a desistir prematuramente evitando a exaustão física (Wilkinson *et al.* 1999). Torna-se também relevante apresentar os resultados, da velocidade máxima alcançada no último patamar completado, ao invés da apresentação somente dos valores de  $VO_{2\text{pico}}$  estimados, o que permitiria que outros investigadores possam aplicar os dados a outras equações de predição

Os resultados e as conclusões científicas do estudo exigem futuras investigações, que englobem a existência de um grupo controlo e um acompanhamento por um maior período de tempo, inclusive até à idade adulta.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Abrantes, M.M., Lamounier, J.A. e Colosimo, E.A. (2002). Índice de massa corporal para identificar obesidade na infância e adolescência: indicações e controvérsias. *Revista Medicina Minas Gerais, Belo Horizonte*, v.12, n.3, p.150-154.

ACSM (2007). *Aptidão Física na Infância e na Adolescência: Posição Oficial Do Colégio Americano de Medicina Desportiva*.

ACSM (2005). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription (7 ed)*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

ACSM (1995). *Guidelines for exercise testing and prescription (7 ed.)*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Alexander, J.K. and Alpert, M.A. (1998) Hemodynamic alterations with obesity in man. In: *The heart and lung in obesity*. Eds: Alpert M.A. and Alexander J.K. Armonk, NY:Futura Publishing Company. 45-55.

Alpert, M.A., Alexander, J.K. and Chakko S. (1998) Obesity and ventricular function in man. Systolic function. In: *The heart and lung in obesity*. Eds: Alpert, M.A. and Alexander, J.K. Armonk, NY:Futura Publishing Company. 77-94.

Alpert, M.A., Lambert, C.R. and Panayiotou H. (1995) Relationship of duration of morbid obesity to left ventricular mass, systolic function, and diastolic filling and effect of weight loss. *American Journal of Cardiology* 76, 1194-1197.

American Thoracic Society - ATS. (1995). Standardization of spirometry. *American Journal Respiratory Critic Care Medicine.*, New York, v.152, n.3, p.1107-1136.

American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991;144: 1202-18.

American College of Chest Physicans. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v.167, p. 211- 277, 2003.

American College of Sports Medicine ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 5ª Edition, 2006.

Armstrong N, Welsman JR, Kirby BJ. Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr-olds. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:165-9.

Armstrong N. *Paediatric exercise physiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2006.

Armstrong N. Aerobic fitness of children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2006; 82: 406-8.

Armstrong, N. & Welsman, J. (1997). *Young People & Physical Activity*. Oxford University Press.

Anjos, L.A. (1992). Índice de massa corporal (massa corporal. Estatura<sup>2</sup>) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão de literatura. *Rev. Saúde Pública, São Paulo*, v.26, n.6, p.431-436.

Andersen, L.; Sardinha, L.; Froberg, K.; Riddoch, C.; Page, A. and Anderssen, S. (2008). Fitness, fatness and clustering of cardiovascular risk factors in children from Denmark, Estonia

and Portugal: the European youth heart study. *International Journal of Pediatric Obesity*; 3:58-66.

Andersen, L. B., Anderssen, S. A., Brage, S., Ekelund, U., & Froberg, K. (2006). [Physical activity and clustering of CVD risk factors--secondary publication]. *Ugeskr Laeger*, 168(47), 4101-4103.

Anderson, L; Shephard, J.; Denolin, H.; Varnauskas, E. and Mastroni, R. (1971). *Fundamentals of exercise testing*. World Health Organization; 66-69.

Araújo, A.J. (2004). Diretrizes para Cessaçao do Tabagismo. *Jornal Brasileiro Pneumologia*, 30 (S2): 1 – 76.

Ariens, G., Van Mechelen, W., Kemper, H., Twisk, J. (1997). The longitudinal development of running economy in males and females aged between 13 and 27 years: the Amsterdam growth study. *European Journal of Physiology*, 76, 214-220.

Armstrong N (2009). Exercise Metabolism during Growth and Maturation. In T Jürimäe, N Armstrong, J Jürimäe (Eds). *Children and Exercise XXIV*. Oxfordshire, Routledge, pp: 17-26.

Armstrong N. (2006). *Paediatric exercise physiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Armstrong N, Balding J, Gentle P, Kirby B.,(1990). Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *BMJ*.;301: 203-5.

Armstrong, N., & Welsman, J. R. (2006). The physical activity patterns of European youth with reference to methods of assessment. *Sports Med*, 36(12), 1067-1086.

Armstrong, N. and Welsman, J. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation. *European Journal of Applied Physiology*; 85:546-51.

Armstrong, N. and Welsman, J. (2000). Development of aerobic fitness during childhood and adolescent. *Pediatric Exercise Science*; 12(2), 128-149

Armstrong, N.; Williams, J. and Ringham D. (1988). Peak oxygen uptake and progressive shuttle-run performance in boys aged 11-14 years. *British Journal of Physical Education*; 19, Supple. 4: 10-11.

Astorino, T., Robergs, R., Ghiasvand, F., Marks, D., Burns, S. (2000). Incidence Of The Oxygen Plateau at  $VO_{2max}$  During Exercise Testing To Volitional Fatigue. *Journal of Exercise Physiology online*, 3(4):1-12

Astrand PO, Rodahl K. (1986). *Textbook of work physiology*. 2nd ed. New York: McGraw Hill;

Astrand, PO. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica*; 49(169).

Astrand, O. and Rhyning, A. (1975). Rhyning -Astrand step test. *Physical Fitness Research Digest*; 5(1): 13-14.

Atomi Y, Fukunaga T, Hatta H, Yamamoto Y. (1987) Relationship between lactate threshold during running and relative gastrocnemius area. *Journal of Applied Physiology*; 63: 2343-7.36.

Ayub, B.V.; Bar-Or, O. Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass. *Medicine Science in Sports Exercise*, v. 35, n. 4, p. 669-674, 2003.

Baker, J.L, et.al.(2007), Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *The New England Journal of Medicine*, vol. 357, n. 23, p. 2329-37.

- Baquet, G.; Berthoin, S. et al. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO<sub>2</sub> in prepubertal children. *International Journal of Sports Medicine*; 23:439-44.
- Baquet, G.; Stratton, G.; Van Praagh, E. and Berthoin, S. (2007). Improving physical activity assessment in prepubertal children with high frequency accelerometry monitoring: a methodological issue. *Preventive Medicine*; 44(2):143–147
- Baquet G.; Praagh E.V.; Berthoin S. (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Medicine*; 33 (15): 1127-1143.
- Barata, T., Teixeira P., Sardinha L.B. (2008), *Nutrição Exercício e Saúde*, Lisboa: Lidel.
- Bar-Or (1983). Physiologic responses to exercise of the healthy child. *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner*. New-York. USA.
- Bar-Or (1996). Anaerobic performance. In: David Docherty (ed.). *Measurement in pediatric exercise science*. Human Kinetics. Windsor, Canada
- Bar-or, O. & Baranowsky, T. (1994). Physical activity, adiposity and obesity among adolescents, *Pediatric Exercise Science*, Vol. 6, pp. 348-360
- Bar-or, O., Foreyt, J. Bouchard, C., Brownell, K. D., H., Ravussin, E., Salbe, A.D., Schwenger, S., Jeor, S.S & Torun, B. (1998). Physical activity, genetic, and nutritional considerations in childhood weight management, *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, Vol.30, nº1, pp. 2-9.
- Barlow S., E; Dietz W., H. (2002) Management of child and adolescent obesity: summary and recommendations based on reports from pediatricians, pediatric nurse practitioners, and registered dietitians. *Pediatrics* 110:236 –238
- Barnett, A., Chan, L. Y. S., Bruce, I. C. (1993). A preliminary study of the 20-m multistage shuttle run as a predictor of peak VO<sub>2</sub> in Hong Kong Chinese students. *Pediatric Exercise Science* 5 , pp. 42-50.
- Barros, E. et al. (2003). Correlação das pressões respiratórias máximas com o estado nutricional de doentes pulmonares. *Rev. Bras. Nutr. Clin.*, Porto Alegre, v.18, n.3, p.123-129.
- Bass, L. M., & Beresin, R. (2009). Qualidade de vida em crianças obesas. *einstein*, 7, 295-301.
- Beets, M. W., Pitetti, K. H. (2006). Criterion-referenced reliability and equivalency between the PACER and 1-mile run/walk for high school students. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 3 , pp. S21-S33.
- Bensabat R. 1992, *Fisiologia do Pulmão*, in *Pneumologia na prática clínica*, Freitas e Costa (ed.), Clínica de doenças pulmonares da F.M.L., Lisboa.
- Bergh, U.; Sjödín, B.; Forberg, A.; Svedenhag, J. (1991). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 23, 205-211.
- Beuther, D. A. e Sutherland, E. R.(2005). Obesity and pulmonary function testing. *Journal Allergy Clinical Immunology*, v. p. 1100-01.
- Birings, MS., Lewis, MI., Liu, JT. e Mohsenifar, Z. (1999). Pulmonary physiologic changes of morbid obesity. *Am J Med Sci*. 318:293-7.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Paffenbarger, R. S. et al, (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262 (17), 2395-2401.

- Birings, MS., Lewis, MI., Liu, JT. e Mohsenifar, Z. (1999). Pulmonary physiologic changes of morbid obesity. *Am J Med Sci.* 318:293-7.
- Blandon, V., Del Rio Navarro, B., Berber Eslava, A. e Sierra Monge, J. L. (2004). Quality of life in pediatric patients with asthma with or without obesity: a pilot study. *Allergol et Immunopathol*, v. 32, n. 5, p. 259-64.
- Bloomgarden, ZT. (2004). Definitions of the Insulin Resistance Syndrome. *Diabetes Care*, 27:824-830.
- Bobb, T.G., Korzik, D., Meador, M., Hodgson, J.L., and Buskirk, E.R., Ventilatory response of moderately obese women to submaximal exercise. *International J. Obesity* 15:59-65, 1991.
- Bodas, A. R. L., Carneiro, A.L.G., Gonçalves, P.O., Silva, A.J. e Reis, V.M. (2006). Condicionamento de Jovens. *Fit. Perf. J*, 5:155-160.
- Boran, P., Tokuc, G., Pisgin, B., Oktem, S., Yegin, Z. e Bostan, O.(2007). Impact of obesity on ventilatory function. *J Pediatr (Rio J)*, 83(2):171-176.
- Bosisio, E., Sergi, M., di Natale, B. e Chiumello G. (1984). Ventilatory volume flow rates, transfer factor and its components (membrane component, capillary volume) in obese adults and children. *Respiration.* 45:321-6.
- Bouchard, C. (2000). *Physical Activity and Obesity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bouchard, C. & Blair, S. N. (1999). Introductory comments for the consensus on physical activity and obesity. *Medicine & Science in Sports & Exercice*, 31 (11): S498-S501.
- Brambilla P, Manzoni P, Sironi S, Simone P, Del Maschio A, di Natale B, et al. Peripheral and abdominal obesity in childhood obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1994;18:795-800.
- Boisseau, N. and Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*; 30 (6): 405-22.
- Boran P., Tokue G., Pisgin B., Oktem S., Yegin Z., Bostan O. Impact of obesity on ventilatory function. *J Pediatr.* 2007; 83 (2): 171-76.
- Boreham, G.; Paliczka, J. and Nichols, K. (1990). A comparison of the PWC170 and 20-MST tests of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30(1): 19-23.
- Buono J.; Roby, J.; Micale, G.; Sallis, J. and Shephard, E. (1991). Validity and reliability of predicting maximum oxygen uptake via field tests in children and adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 3(3): 250-255.
- Bundred, P., Kitchiner, D. e Buchan I. (2001). Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998: population based series of cross sectional studies. *Br Med J*, 322:1-4.
- Butte NF, Cai G, Cole SA, Comuzzie AG. Viva la Familia Study: genetic and environmental contributions to childhood obesity and its comorbidities in the Hispanic population. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:646-54; quiz 673-4.
- Butte NF, Cai G, Cole SA, et al. Metabolic and behavioral predictors of weight gain in Hispanic children: the Viva la Familia Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1478-85.
- Byrd-Williams C.; Shaibi Q.; Sun P. (2008) Cardiorespiratory fitness predicts changes in adiposity in overweight Hispanic boys. *Obesity (Silver Spring)*.
- Campos L. F., Gomes J. M., Oliveira J. C. (2000), *Obesidade Infantil, Atividade Física e Sedentarismo em crianças do 1º ciclo do ensino básico de Bragança*.

Carvalho MM, Padez MC, Moreira PA, Rosado VM. Overweight and obesity related to activities in Portuguese children, 7-9 years. *Eur J Public Health* 2007;17:42-6.

Carvalho, I. M., Padez, C., Moreira, P., & Rosado, V. (2008). Crianças Obesas e Não Obesas: Que Diferenças? In D. Catela & J. Barreiros (Eds.), *Estudos em Desenvolvimento Motor da Criança* (pp. 211-218). Rio Maior: Escola Superior de Desporto de Rio Maior.

Castille RG. Pulmonary function test in children. In: Chernick V, Boat TF, editors. *Kendig's disorders of the respiratory tract in children*. 6a ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1998;196-213.

Cavagna, A.; Heglund, C.; Taylor, R. (1977). Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditures. *American Journal of Physiology*; 233, 243-261.

Centers for Disease Control and Prevention, Childhood overweight: Overweight Prevalence. Disponível em <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/obesity/childhood/prevalence.htm>.

CDC (1996). Physical activity and health: a report of the Surgeon General: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, *National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion*.

Centers for Disease Control and Prevention (1997). Guidelines for school and community programs to promote lifelong physical activity among young people, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 46, 136.

Chaussain, M., Gamain, B., La Torre, A.M., Vaida, P., De Lattre, J.(1977). Respiratory function at rest in obese children. *Bull Eur Physiopathol Respir*.13:599-609.

Chatrath, R. S., Serratto, M. e Thoele, D. (2002). Physical Fitness of Urban American Children. *Pediatric Cardiology*, 23:608-612.

Chehreh MN, Young Jr. RC, Viane H, Ross CW, Scott RB. Spirometric standards for healthy inner-city black children. *Am J Dis Child* 1973; 126:159-63.

Chinn, DJ., Cotes, JE. e Reed, JW.(1996). Longitudinal effects of changes in body mass on measurements of ventilatory capacity. *Thorax*, 51:699-704.

Chinn SE, Rona RJ. Height and age adjustment for cross sectional studies of lung function in children aged 6-11 years. *Thorax* 1992;47: 707-14.

Chinn, S. (2006). Obesity and asthma in children. *Thorax*, v. 56, p. 845-50.

Chen, Y., Horne, SL. e Dosman, JA. (1993). Body weight and weight gain related to pulmonary function decline in adults: a six year follow up study. *Thorax*. 48:375-80.

Clapes, E., J. (1993). Nutrición em la enfermedad respiratória crônica. *Arch. Bronconeumol.*, Barcelona, v.30, n.2, p.70- 73

Coelho, R., Sousa, S., Laranjo, M., Monteiro, A., Bragança, G., & Carreiro, H. (2008). Excesso de peso e obesidade: prevenção na escola, *Acta Med Port.* (Vol. 21, pp. 341-344): Ordem dos Médicos.

Cole, T. J. et. al., (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*. 320:1240- 1243.

- Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M. e Dietz, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J*, 320: 1-6.
- Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effect of body fat distribution on pulmonary functions tests. *Chest* 1995;107:1298-302.
- Composição Corporal, do Estádio Maturacional e da Actividade Física Habitual, *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, vol.4, n.º2, 299327.
- Conseil de l'Europe (1990). EUROFIT-Test European d'Aptitude Physique.
- Cooper, K. (1972). Aptidão física em qualquer idade. 4a edição, Fórum Editora, Rio de Janeiro.
- Coutinho, WF (1999). Consenso Latino Americano de Obesidade. *Arq Brás Endocrinol Metab*. Vol. 43 (1).
- Couto A., Ferreira J. Estudo Funcional Respiratório, 2004. Lidel, Lisboa.
- Cunningham, L; Cama, G.; Cilia, G. and Bazzano, O. (1994). Relationship of  $VO_{2max}$  with the 1-mile run and 20 meter shuttle test with youth aged 11 to 14 years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26 (5): 8209.
- Cureton, K., Plowman, S. (2007). *FitnessGram® Reference Guide – Aerobic Capacity Assessments*, 6686, The Cooper Institute, Dallas TX, 120.
- Danias, P.G., Tritos, N.A. and Stuber, N. (2003) Cardiac structure and function in the obese: a cardiovascular magnetic resonance imaging study. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 5, 431-438.
- Dehghan M, Akhtar-Danesh N, Merchant AT, Childhood obesity, prevalence and prevention: Review, *Nutrition Journal* 2005; 4: 24.
- Delamarche, P.; Bittel, J.; Lacour J. and Flandrois R. (1990). Thermoregulation at rest and during exercise in prepubertal boys. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 60 (6): 436-40
- Direcção-Geral de Saúde, Divisão de Doenças Genéticas, Crónicas e Geriátricas, Programa Nacional de Combate à Obesidade, Lisboa: DGS, 2005.
- Dietz, W.H.e Bellizzi, M.C. (1999). Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *American Journal Clinical Nutr*, 70:123S-5S.
- Di Prampero P. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *International Journal of Sports Medicine*; 7:55-72.
- Docherty D. (1987). The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 21:425-31.
- Dockery, D. et al. (2003). Distribution of forced vital capacity and forced expiratory volume in one second in children 6 to 11 years of age. *Am. Rev. Respir. Dis.*, New York, v.128, n.3, p.405-412.
- Dontas, A.S., Jacobs, D.R., Corcondilas, A., Keys, A. e Hannan, P. (1984). Longitudinal versus cross-sectional vital capacity changes and affecting factors. *J Gerontol*. 39:430-8.
- Duarte, C. e Duarte, S. (1989). Capacidade aeróbia em escolares de 10 a 18 anos:  $VO_2$  e PWC 170. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 3(3):17-25.

Duarte, C.; Duarte S. e Andrade, D. (1990). Teste aeróbio de Luc Léger – aplicabilidade para a realidade brasileira. Anuais do XVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte: 87, São Caetano do Sul, SP.

Dumith SC, Farias Júnior JC. Sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes: comparação de três critérios de classificação baseados no índice de massa corporal. Ver Panam Salud Publica. 2010; 28(1):30–5.

Dureuil, B. e Matuszczak, Y. (1998). Alteration in nutritional status and diaphragm muscle function. *Reprod. Nutr. Dev.*, Paris, v.38, n.2, p.175-180.

Deane S, Thomson A, Obesity and the pulmonologist: Review, *Arch Dis Child* 2006; 91: 188-191.

Dickman ML, Schmidt CD, Gardner RM. Spirometric standards for normal children and adolescents (ages 5 years through 18 years). *Am Rev Respir Dis* 1971;104:680-7.

Dietz, W.H. (1995). Childhood obesity. In Cheung, L. W. Y. & Richmond, J. B. (eds). *Child, health, nutrition and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.

Dockery, D. et al.( 2003). Distribution of forced vital capacity and forced expiratory volume in one second in children 6 to 11 years of age. *Am. Rev. Respir. Dis.*, New York, v.128, n.3, p.405-412.

Dyson, K.; Gilson, D.; Starkey, A.; Gray, P.; Butterfly, R. and Cooke, C. (1996). Suitability of the 20-m shuttle run test for prediction of aerobic power in young children. *Journal of Sports Sciences*, 14 (1): 78.

Ebbeling, C.; Pawlak, B.; Ludwig, S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*; 360: 473-82

Eisenmann, J. C., Wickel, E. E., Welk, G. J., & Blair, S. N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J*, 149(1), 46-53.

Enright PL, Linn WS, Avol EL, Margolis HG, Gong Jr. H, Peters JM. Quality of spirometry test performance in children and adolescents. Experience in a large field study. *Chest* 2000;118:665-71.

Ekelund, U.; Franks, P.; Wareham, N.; Åman, J. Oxygen uptakes adjusted for body composition in normal-weight and obese adolescents. *Obesity Research*, v.12, n.3, p. 513-520, 2004.

Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA, et al. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-y-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr* 2004; 80:584-90.

Eriksson, B.; Karlsson J; Saltin, B. (1971). Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. *Acta Paediatrica Scandinava*; 217: 154-7.

Eriksson, O.; Gollnick, P. and Saltin B. (1973). Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11- 13 years old. *Acta Paediatrica Scandinava*; 87: 485-97.

Fabbri, L.M. e HURD, S.S. (2003). Global Strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD: 2003 update. *Eur Respir J*, 22 (1): 1-2.

Fauci AS, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J, Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th ed. The McGraw-Hill Companies, 2008.



- Ferreira M. Alcobia V. Prevalência da obesidade infantil no concelho do montijo. CMM (DSGE/GAE), 2007.
- Fernandes, R. (2006). A especialização metabólica em crianças pré-adolescentes. (documento não publicado).
- Flouris, D.; Canham, H.; Faight, E. (2007). Prevalence of cardiovascular disease risk in Ontario adolescents. *Archives of Diseases in Childhood*; 92:521–523.
- Forbes, G.B. (1977) Nutrition and growth. *Journal of Pediatrics* 91, 40- 42.
- Forbes, G.B. and Welle, S.L. (1983) Lean body mass and obesity. *International Journal of Obesity* 7, 99-107.
- Friberg, P., Allansdotter-Johnsson, A., Ambring, A., Arheden, H., Feamme, J., Johansson, A., Holmgren, D., Wahlander, H. and Marild, S. (2004) Increased left ventricular mass in obese adolescents. *European Heart Journal* 25, 987-992.
- Fung, K.P. (1990). Effects of overweight on lung function. *Arch. Dis. Child.*, London, v.65, n.5, p.512-515.
- Geithner, C. A; Thomis, M. A; Eynde, B.; Maes, H.; Loos, R.; Peeters, M.; Claessens, A.; Vlietinck, R.; Malina, R.M.; Beunen, G.P. Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Medicine Science in Sports Exercise*, v. 36, n. 9, p. 1616–1624, 2004.
- Gadoury, C. and Léger, L. (1986). Validité de l'épreuve de course navette de 20m avec paliers de 1minute et du physitest canadien pour prédire le VO<sub>2</sub>max des adultes. *Revue des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives*; 7(13): 57-68.
- Gibbs, W.W. (2005) Obesity: an overblown epidemic? *Scientific American* 292, 70-77.
- Giordano, U., Ciampalini, P. and Turchetta, A. (2003) Cardiovascular hemodynamics: relationships with insulin resistance in obese children. *Pediatric Cardiology* 24, 548-552.
- Gidding, S.S., Nehgme, R. and Heise, C. (2004) Severe obesity associated with cardiovascular deconditioning, high prevalence of cardiovascular risk factors, diabetes mellitus/hyperinsulinemia.
- Gomes, A. P. P. (2009). *Estilos de Vida dos Jovens e Obesidade: Estudo comparativo*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Goran, M.; Fields, D.A.; Hunter, G.R.; Herd, S.L.; Weinsier, R.L. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International Journal of Obesity*, v. 24, p. 841-848, 2000.
- GOLD - Global Strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD: 2005 update. Disponível em: <<http://www.goldcopd.org>>. Acedido em: 02 maio 2006.
- Greydanus, E. and Patel, R. (2002). The female athlete, before and beyond puberty. *Pediatric Clinics of North America*; 49:553-80.
- Guedes, D.P. (1997). *Crescimento, Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes*. São Paulo; CLR Baliero.
- Guo, S., Chumlea, W., Roche, A. & Stervogel, R. (1997). Age and maturity related changes in body composition during adolescence into adulthood.. *International Journal of Obesity*, 21: 1167-1175.
- Gutin, B., Treiber, F., Owens, S. and Mensah, G.A. (1998) Relations of body composition to left ventricular geometry and function in children. *Journal of Pediatrics* 132, 1023-1027.
- Guyton, A.C. (2001) *Tratado de Fisiologia Médica*. 10ª edição. Interamericana. Rio de Janeiro

- Hambdy, R.C. (2003) Obesity: an epidemic. *Southern Medical Journal* 96, 531-532.
- Haralambie G. (1982). Enzyme activities in skeletal muscle of 13- 15 years old adolescents. *Bull European Physiopathology Respiratory*; 18 (1): 65-74.
- Heglund, C. and Schepens, B. (2003). Ontogeny recapitulates phylogeny? Locomotion in children and other primitive hominids. In: Bels, V., Gasc, J.-P., Casinos, A. (Eds.), *Vertebrate biomechanics and evolution*. Oxford: BIOS Scientific Publishers. 283-295.
- Hernández CO, Vergara R.G. Suárez López de, Callejón AC, Flujo espiratorio máximo, V Curso sobre la Función Pulmonar en el Niño, 2005.
- Heyward, V. (1991). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. (2<sup>nd</sup> ed.) Human Kinetics Books.
- Heyward, V. (1997). *Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription* (3<sup>rd</sup> ed.) Champaign: Human Kinetics Books.
- Heyward, V. (2006). *Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription*. (6<sup>th</sup> ed.) USA: Human Kinetics Books.
- Higgins, M. (1988). Hazards of obesity: the Flamingham experience. *Acta Med. Scand. Suppl.*, Copenhagen, v.723, p.23-36.
- Hogg, JC., Pare, PD. e Moreno, R. (1987). The effect of submucosal edema on airways resistance. *Am Rev Respir Dis.*, 135:S54-6.
- Hoyt, D. and Taylor, R. (1981). Gait and the energetics of locomotion in horses. *Nature*, 292, 239-240.
- Howley, E.; Bassett Jr. D. and Welch, H. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9): 1292-1301.
- Inselman, L.S. e Milanese, A. (1993). Effects of obesity on pulmonary function in children. *Pediatric Pulmonol.*, 16: 130 – 7.
- Jackson-Leach R.; Lobstein, T. (2006). Estimated burden of pediatric obesity and comorbidities in Europe. Part 1- The increase in the prevalence of child obesity in Europe is itself increasing. *Journal of Pediatric Obesity*; 1:26– 32.
- James J.; Gregory J.; Ihmels, M. and Schaben, J. (2006). Comparison of two versions of the PACER aerobic fitness test. *Journal of Physical Activity and Health*; 2, 47-57
- Janz, K.; Dawson, J. and Mahoney I. (2002). Increase in physical fitness during childhood improves cardiovascular health during adolescence: the Muscatine study. *International Journal of Sports Medicine*; 23: S15-21.
- Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev* 2005;6:123-32.
- Jones RL, Nzekwu MMU, The Effects of Body Mass Index on Lung Volumes, *Chest* 2006; 130: 827-833.
- Karila C.; Blic, J.; Waernessyckle S.; Benoist, M.; Scheinmann, P. Cardiopulmonary Exercise Testing in Children An Individualized Protocol for Workload Increase. *CHEST*. v.120, n. 1, p. 81-87. 2001.
- Kiess, W., Galler, A, Reich, A., Mülle, R. G., Kapellen, T. e Deutscher J. (2001). Clinical aspects of obesity in childhood and adolescence. *Obesity Review*, v. 2, p. 29-36.

- Klissouras, V. (1973). Prediction of potential with special performance to heredity. *Journal of Sports Medicine*, 10: 100-107.
- Kobayashi et al (1978). Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *J Appl Physiol*, 44, 666-672.
- Koenig SM, Pulmonary Complications of Obesity, *Am J Med Sci* 2001; 321(4): 249-279.
- Kono, Y., Yoshinaga, M., Oku, S., Nomura, Y., Nakamura, M. and Aihoshi, S. (1994) Effect of obesity on echocardiographic parameters in children. *International Journal of Cardiology* 46, 7-13.
- Koutedakis, Y.; Bouziotas, C.; Flouris, D. et al. (2005). Longitudinal modeling of adiposity in periadolescent Greek schoolchildren. *Medicine and Science and Sports Exercise*; 37:2070–2074
- Krahenbuhl S.; Morgan, W.; Pangrazi P. (1989). Longitudinal changes in distance running performance of young males. *International Journal of Sports Medicine*; 10:92-6.
- Krahenbuhl, S. and Williams, J. (1992). Running economy: changes with age during childhood and adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 462-466.
- Lazarus, R., Sparrow, D. e Weiss, ST. (1997). Effects of Obesity and Fat Distribution on Ventilatory Function: the normative aging study. *Chest*, 111 (4): 891-8.
- Leger, L., Mercier, D.; Gadoury, C. and Lambert, J. (1988). *The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness*. *Journal of Sports Sciences*, 6: 93-101.
- Léger, L. A. and Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology*, 49:01-12.
- Léger, L. A. and Gadoury, C. (1989). Validity of the 20-m shuttle run test with 1 m stages to predict VO<sub>2</sub> max in adults. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 14 (1): 21-26.
- Leger, L. A., Mercier, D.; Gadoury, C.; and Lambert, J. (1988). The multistage 20-meter shuttle run test for fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6: 93-101.
- Leger, L.; Lambert, J.; Goulet, A.; Rowan, C. and Dinelle, Y. (1984). Capacité aérobie des Québécois de 6 à 17 ans - Test navette de 20-28 metres avec paliers de 1 minute. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 9 (2): 64-69.
- Leger, L.; Lambert, J. and Mercier, D. (1983) Predicted VO<sub>2</sub> maximal speed for a multistage 20-m shuttle run in 7000 children aged 6-17. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15 (2): 142-143.
- Lehmann M.; Keul J.; Korsten-Reck U. (1981). The influence of graduated treadmill exercise on plasma catecholamines, aerobic and anaerobic capacity in boys and adults. *European Journal of Applied Physiology*; 47: 301-11. Leuven: 202-207.
- Lexell J.; Sjöström M.; Norlund A.; Taylor C. (1992) Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. *Muscle Nerve* 14: 404-9
- Li, S.; Chen W.; Srinivasan, S.; Bond, G.; Tang, R.; Urbina, M. et al. (2003). Childhood cardiovascular risk factors and carotid vascular changes in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *JAMA* 290 (17): 2271-6.
- Li AM, Chan D, Wong E, Yin J, Nelson EA, Fok TF, The effects of obesity on pulmonary function, *Arch Dis Child* 2003; 88: 361-363.

Lissau I, Overpeck MD, Ruan WJ, Due P, Holstein BE, Hediger ML. Body mass index and overweight in adolescents in 13 European countries, Israel, and the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158:27-33.

Liu, S.; Plowman, S. and Looney, A. (1992). The reliability and validity of the 20-meter shuttle run test in American students 12 to 15 years old. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63 (4): 360-365.

Lovejoy, O. (1988). Evolution of human walking. *Scientific American*, 259, 118-125.

Loftin, M.; Sotheen, M.; Trodclair, L.; O'hanlon, A.; Miller, J.; Udall, Jonh. Scaline VO<sub>2</sub> peak in obese and non-obese girl. *Obesity Reviews*, v. 9, p. 290-296, 2001.

Luce, JM. (1980). Respiratory Complication of Obesity. *Chest*, 78: 626-31.

Machado, F.A. (2002). Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. *Revista Brasileira Medicina do Esporte*.

MacDougall, D.; Roche, P.; Bar-Or, O.; Moroz, R. (1983). Maximal aerobic capacity of Canadian schoolchildren: prediction based on age-related oxygen cost of running. *International Journal of Sports Medicine*; 4:194-8.

Magarey, A., Daniels, L. e Boulton, T. (2001). Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. *Med J Aust*, 174:561-564.

Magarey, A., Daniels, L. e Boulton, T. (2001). Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. *Med J Aust*, 174:561-564.

Mahar, M. T., Welk, G. J. , Rowe, D. A. , Crofts, D. J., McIver, K. L. (2006). Development and validation of a regression model to estimate VO<sub>2peak</sub> from PACER 20-m shuttle run performance. *Journal of Physical Activity and Health* 3:suppl. 2, pp. S34-S46.

Malina R (1999). Normal Weight Gain in Growing Children. *Healthy Weight Journal*. Vol. 13: 37-38.

Malina, R. and Bouchard, C. (1991). Growth, maturation, and physical activity. Human Kinetics Books.

Marinov, B.; Kostianev, S.; Turnoska, T. Ventilatory efficiency and rate of perceived exertion in obese and non-obese performing standardized exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 22, n. 4, p. 254-260, 2002.

Mallory, Jr., G.B., Fiser, D.H. e Jackson, R. (1998). Sleep-associated breathing disorders in morbidly obese children and adolescents. *J. Pediatr.*, St. Louis, v.115, n.6, p.892-897.

Mancini, MC. (2001). Obstáculos Diagnósticos e Desafios Terapêuticos no Paciente Obeso. *Arquivo Brasileiro Endocrinol Metabol*, 45 (6): 584-608.

Mannino, D.M. e Holguin, F. (2006). Epidemiology and global impact of chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med: COPD Update*; 1: 114 – 120.

Martínez, JÁ., Moreno, MJ., Marques-Lopes, I. e Marí, A. (2002). Causas de obesidad. *Anales Sis San Navarra*, v.25, s.1, p. 17-27.

Margaria, R. (1976). Biomechanics and energetics of muscular exercise. Clarendon, UK: Oxford University Press.

- Martorell, R., Khan, KL., Hughes, ML. e Grummer-Strawn, LM. (2000). Overweight and obesity in preschool children from developing countries. *Int Journal Obesity*, 24:959–967.
- Martz, W.; Abla, B. e Matsudo, R. (1978). Retrospectiva sobre testes de banco para medir capacidade cardiorrespiratória. *Anuais do VI Simpósio de Ciências do Esporte: 16-21*, São Caetano do Sul.
- Massicote, D. e Macnab, B. (1974). Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children. *Medicine and Science in Sports*; 183-198.
- Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B. et al. (2004) Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric Exercise Science* 16 , pp. 113-125.
- McArdle, D.; Katch, I.; Katch, V. (1996). *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4 Ed. Guanabaran Koogan.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2002) *Fundamentos da fisiologia do exercício*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- McCann, J. and Adams, W. (2002). A dimensional paradigm for identifying the size-independent cost of walking. *Medicine*
- 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. *Peadiatric Exercise Sciences*, 7(1), 69-79.
- Melo, P. (2009). Validity of the 20-m MSRT as a Predictor of VO<sub>2</sub>peak in Lisbon Elementary School Children. [Dissertação de Mestrado]. Universidade técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana. Documento não publicado.
- Melo, P.; Santa-Clara, H.; Almeida, J.; Carnero, E.; Sardinha, L.; Bruno, P. and Fernhall, B. (2010). Comparing several equations that predict peak VO<sub>2</sub> using the 20-m MSRT in 8 to 10 year-old children. *European Journal of Applied Physiology*.
- Merino MN, Pérez MM, Pérez GP, Gómez MH, *Espirometría forzada, V Curso sobre la Función Pulmonar en el Niño*, 2005.
- Mercier, D.; Leger, L. and Lambert, J. (1983). Relative efficiency and predicted VO<sub>2</sub>max in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15 (2): 143.
- Metaxas, I.; Koutlianos, A.; Kouidi, J. and Deligiannis A. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19, 79-84.
- Millet, G. and Candau, R. (2002). Facteurs mécaniques du coût énergétique dans trois locomotions humaines. *Science and Sports*, 17, 166-176.
- Moreira, M. & Sardinha, L. (2003). *Exercício Físico, Composição Corporal e Factores de Risco Cardiovascular na Mulher Pós-menopáusia*, edições da UTAD, Vila Real.
- Moreira, M. (1995a). *Obesidade e Exercício Físico Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica*, UTAD, Vila Real.
- Moreira, M. (1995b). *Avaliação das Pregas Adiposas, Relatório de uma aula teóricoprática, Documento de Circulação Interna*, UTAD, Vila Real.

Moreno, LA., Sarría, A., Fleta, J., Rodriguez, G. e Bueno, M. (2000). Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragón (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24:925–931

Mota, J. (1993). A Educação da Saúde: As crianças do séc. XX, os idosos do séc. XXI, *Horizonte Revista de Educação Física e Desporto*, vol. X; n.º 58, Lisboa.

Mota, J. (2000). A escola e a promoção da saúde. *Revista da faculdade de Educação Física da Universidade do Amazonas*, 1, 7174.

Mota, J., Sallis, J. (2002a). *Actividade Física e Saúde factores de Influência da Actividade Física nas Crianças e nos adolescentes*, Campo das Letras Editores, Porto.

Mota, J., Santos, P., Guerra, S., Ribeiro, J., Duarte, J., Sallis, J. (2002b). Validation of a Physical Activity SelfReport Questionnaire in a Portuguese Pediatric Population, *Pediatric Exercise Science*, 14, 269276, Human Kinetics Publishers.

Mota; J., Guerra, S., Leandro, C., Pinto, A., Ribeiro, J. & Duarte, J. (2002c), Association of maturation, sex and body fat in cardiorespiratory fitness. *American Journal of Human Biology*, 14, 707 – 712.

Mota, J., Santos, P, Guerra, S., Ribeiro, J. & Duarte, J. (2003). Patterns of Daily Physical Activity During School Days in Children and Adolescents, *American Journal of Human Biology*, 15, 547553.

Mutius EV, Schwartz J, Neas LM, Dockery D, Weiss ST, Relation of body mass index to asthma and atopy in children: the National Health and Nutrition Examination Study III, *Thorax* 2001; 56: 835–838.

Must, A., Dallal, G.E. e Dietz, W.H. (1991). Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skin fold thickness. *American Journal Clinical. Nutr.*, Bethesda, v.53, n.4, p.839-846.

Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol* 1960;15:377-82.

National Task Force on the Prevention and treatment of Obesit. (2000).Overweight, obesity, and health risk. *Arch Intern Med*, 160:898-904.

Naughton, G.; Farpour-Lambert. J.; Carlson J.; Bradney M; Van Praagh E. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports med.*; 30 (15): 309-325

Neder, A; Nery, E. (2003). *Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática*. Ed Artes Medicas Ltda. 106-107.

Neder, J.A.; Nery, L.E. Teste de Exercício Cardiopulmonar. *Jornal de Pneumologia*, v. 28, supl. 3, 2002.

Nottin, S. Vinet, A. Stecken, F. et al. (2002). Central and peripheral cardiovascular adaptations during a maximal cycle exercise in boys and men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 33 (3): 456-63, 405-14.

Novitsky, S.; Segal, R. and Chatraryamontri, B.; Guvakov, D. and Katch, V. (1995). Validity of a new portable indirect calorimeter: the AeroSport TEEM 100. *European Journal of Applied Physiology*, 70: 104/1-104/6.

Oliveira, Arli R. de. Fatores influenciadores na determinação do nível de aptidão física em crianças. *Synopsis*, Curitiba, v. 7, p. 53, 1996.

OMS (2002). Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a Who Consultation, World Health Organization, Genève.

OMS, The World Health Report 2000, Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic, Geneva 2000. Disponível em [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_894.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_894.pdf).

OMS, Obesity and overweight, Fact Sheet Nº 311 September (2006). Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>.

Organização Mundial de Saúde.(2004). Obesidade: prevenindo e controlando a epidemia global. Relatório da Consultoria da OMS, Genebra.

Padez C, Fernandes T, Mourao I, Moreira P, Rosado V. Prevalence of overweight and obesity in 7-9-year-old Portuguese children: trends in body mass index from 1970-2002. Am J Hum Biol 2004;16:670-8.

Padez C, Mourao I, Moreira P, Rosado V. Prevalence and risk factors for overweight and obesity in Portuguese children. Acta Paediatr 2005; 94:1550-7.

Padez, C., Mourão, I., Moreira, P. e Rosado V. (2004). Prevalence of Overweight and Obesity in 7–9-Year-Old Portuguese Children: Trends in Body Mass Index (1970–2002). American Journal of Human Biology, 16:670–678.

Paisani Dm., Chiavegato LD., Faresin, SM. Volumees, capacidades pulmonares e força muscular respiratória. J Bras Pneumol. 2005; 31(2):125-32.

Paliczka, V.; Nichols, A. and Boreham, C. (1987). A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. British Journal of Sports Medicine, 21(4):163-165.

Paschoal MA., Scodeler NF., Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória de crianças obesas e não obesas sedentárias. Anais do XIII Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas - 21 e 22 de outubro de 2008  
ISSN 1982-0178.

Pate R; Ward D. (1990). Endurance exercise trainability in children and youth. Advances in Sports Medicine e Fitness. Chicago: Year Book Medical.

Pereira, C.A.C. (2002). Espirometria. Jornal Pneumologia, Brasília, v.28, n.3, p.1-82.

Pereira CAC, et al. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. J Pneumol (1996); 22:105-64.

Pereira, J. (2000) — Prevalência e custos da obesidade em Portugal. ENSP/UNL.

Pereira CAC, Sato T. Limitação ao fluxo aéreo e capacidade vital reduzida: distúrbio ventilatório obstrutivo ou combinado? J Pneumol 1991;17: 59-68.

Pinto, A. L. S., Holanda, P. M. B., Radu, A. S., Vilares, S. M. F. e Lima, F. R. (2006). Musculoskeletal findings in obese children. Journal of Pediatrics and Child Health, v. 42, p. 341-44.

Pliva, A., Teló, L. e Ribeiro, E. (1996). Estado nutricional e doença pulmonar: uma revisão bibliográfica. Fisioter. Mov., Curitiba, v.8, n.2, p.39-47.

Plowman, S. A. (2001). FitnessGram ® Reference Guide Muscular strength, Endurance, and Flexibility Assessments. The Cooper Institute. Dallas TX, 126.



- Poortmans, J.; Vlaeminck, M.; Collin, M. and Delmotte, C (1986). Estimation indirecte de la puissance aérobie maximale d'une population bruxelloise masculine et féminine âgée de 6 a 23 ans. Comparaison avec une technique directe de la mesure de la consommation maximale d'oxygene. *Journal de Physiologie*, 81(3): 195-201.
- Poulain, M., Doucet, M., Major, G.C., Drapeau, V., Séries, F., Boulet, L. P., Tremblay, A. e Maltais, F. (2006). The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. *CMAJ*, v. 174, n. 9, p. 1293-9.
- Prado, L; Dias, G; Trombeta, C. (2006). Comportamento das variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas durante o exercício: Diferenças entre Crianças e Adultos. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*; 87: 49-55.
- Prat, J.; Galilea, J. ; Ibáñez, J.; Estruch, A.; Galilea, P.A.; Palacios, L and Pons, V. (1986). Correlación entre el test de campo de Léger (Course-Navette) y un test de laboratorio de cargas progresivas. *Apunts*, 23: 209-212.
- Prioux J, Ramonatxo M, Mercier J, Granier P, Mercier B, Prefaut C. (1997). Changes in maximal exercise ventilation and breathing pattern in boys during growth: a mixed cross-sectional longitudinal study. *Acta Physiology Scandinava*; 161 (4): 447-58.
- Prieur, F.; Castells, J.; Denis, C. (2003). A methodology to assess the accuracy of a portable metabolic system (VmaxST™). *Medicine and Science in Sports Exercise*; 35, 879-885.
- Rabbia, F., Silke, B., Conterno, A., Grosso, T., DeVito, B., Rabbone, J., Chiandussi, L. and Veglio, F. (2003) Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obesity Research* 11, 541-548.
- Rasslan, Z., Roberto, S.J., Roberto, S.T., Renato, M. e Carlos, A.(2004). Evaluation of Pulmonary Function in Class I and II Obesity. *J Bras Pneumol* 30(6) 508-14
- Ramos, A.T. (1999). *Actividade Física (diabéticos, gestantes, 3ª Idade, crianças, obesos)*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Sprint.
- Ramsbottom, R.; Brewer, J. and Williams, C. (1988) A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*; 22 (4): 141-144.
- Ray CS, Sue DY, Bray G, Hansen JE, Wasserman K. Effects of obesity on respiratory function. *Am Rev Respir Dis*. 1983; 128:501-6.
- Reilly, JJ. e Dorosty, AR. (1999). Epidemic of obesity in UK children. *Lancet*, 354:1874–1875.
- Rito A. Overweight and obesity in preschool children: comparison between different diagnostic criteria. In: Abstracts Bo, ed. 8th Macedonian Congress on Nutrition and Dietetics; 3rd Balkan Congress, 2008:64.
- Rippe, M.; Mard, A.; Porcardi, P. and Freedson, S. (1988). Walking for health and fitness. *Journal of American Medical Association*, 259(18): 2720-2724.
- Roberts, O. (2007). Can children and adolescents run marathons? *Sports Medicine*; 37 (4-5): 299-301.
- Rocchini, A. P., Moorehead, C., Katch, V., Key, J. e Finta, K. M. (1992) Forearm resistance vessel abnormalities and insulin resistance in obese adolescents. *Hypertension*, Dallas, v. 19, no. 6, p. 615-620.
- Rocchini, AP. (2002). Childhood Obesity and a Diabetes Epidemic. *N Engl J Med*, 346:854-55.
- Rodrigues, J.C. (2002). Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *Jornal Pneumologia*, Brasília, v.28, n.3, p.207-221.



- Rogol, A., Roemmich, J., Clark, P., Lusk, M., Friel, A., Weltman, A. and Epstein, L. (2002). Pubertal Alterations in growth and body composition. VI. Pubertal insulin resistance: relation to adiposity, body fat distribution and hormone release, *International Journal of Obesity*, 26, 701709.
- Rolland-Cachera, MF., Deheeger, M., Bellisle, F., Sempe', M., Guillaud-Bataille, M. e Patois E. (1984). Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr*, 39:129 – 135.
- Rosenthal M, Bain SH, Cramer D, Helms P, Denison D, Bush A, et al. Lung function in white children aged 4 to 19 years: I-Spirometry. *Thorax* 1993;48:704-802.
- Rose, J.; Ralston, H.; Gamble, G. (1994). Energetics of walking. *Human walking*. 2nd ed. Baltimore (MD): Williams and Wilkins; 45–72.
- Rosenbloom, AL., Joe, JR., Young, RS. e Winter WE.(1999). Emerging Epidemic of Type 2 Diabetes in Youth. *Diabetes Care*, 22:345-54.
- Ross, J., Dotson, C., Gilbert, G., Katx, S. (1985). After physical education: physical activity outside of school physical education programs. *Journal of Physical Education Recreation and Dance*, 56: 3539.
- Rowland, W. (1985). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: a critical analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 5:439-96.
- Rowland, W.; Potts, J.; Potts, T.; Sandor, G.; Goff, D. and Ferrone, L. (2000). Cardiac responses to progressive exercise in normal children: a synthesis. *Medicine and Science in Sports Exercise*; 32: 253-9.
- Rowlands, A., Ingledew, D., & Eston, R. (2000). The effect of type of physical activity measure on the relationship between body fatness and habitual physical activity in children: a metaanalysis. *Annals of Human Biology*, 27, 5, 479497.
- Rowland W. *Developmental exercise physiology*. Human Kinetics Books;1996.
- Rowland, W.; Cunningham, L.; Martel, L.; Vanderburgh, P.; Manos, T.; Charkoudin, N. (1997). Gender effects on submaximal energy expenditure in children. *International Journal of Sports Medicine*, 18, 420-425
- Rowland, T.W.; Cunningham, L.N. Oxygen Uptake Plateau during Maximal Treadmill Exercise in Children. *Chest*, v. 101, p.485-489, 1992.
- Rowland, T. and Dunbar, N.S. (2007) Effects of obesity on cardiac function in adolescent females. *American Journal of Lifestyle Medicine*, in press.
- Rubinstein, I., Zamel, N., Dubarry, L. e Hoffstein V. (1990). Airflow limitation in morbidly obese subjects nonsmoking men. *Ann Intern Med*. 112:828-32.
- Ruiz, J.; Ramirez-Lechuga, J.; Ortega, F.; Castro-Piñero et al. (2008). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13–19 years. On behalf of the HELENA Study Group.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Rizzo, N. S., Villa, I., Hurtig-Wennlof, A., Oja, L., et al. (2007). High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatr Res*, 61(3), 350-355.
- Ruiz, J., Rizzo, N., HurtigWennlöf, A., Ortega, F., Warnberg, J. & Sjöström, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84:299 –303.

- Safrit, J. (1990). The validity and reliability of fitness tests for children: a review. *Pediatric Exercise Science*, 2 (1): 9-28.
- Sahenjami H. (1998). Dyspnea in Obese Healthy Men. *Chest*. 114: 1.373-7.
- Salbe, Arline, Ravussin e Eric. (2003). Os Determinantes da Obesidade. Bouchard, Claude. *Atividade Física e Obesidade*. Ed. Manole. Cap 5, 79-116.
- Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* 108: 206–211, 2010. First published October 29, 2009.
- Sampson, M.G., and Grassino, A.E., Load compensation in obese patients during quiet tidal breathing. *J. Appl. Physiol*. 55:1269-1276, 1983.
- Sasson, Z., Rasooly, Y., Bhesania, T. and Rasooly, I. (1993) Insulin resistance is an important determinant of left ventricular mass in the obese. *Circulation* 88, 1431-1436.
- Sargeant, A. (1989). Short-term muscle power in children and adolescents (chapter 2). *Advances in pediatric sport science*; 41-65. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois.
- Schachter, L. M., Peat, J. K. e Salome, C. M. (2003). Asthma and atopy in overweight children. *Thorax*, v. 58, p. 1031-35.
- Sara Lopes AR. Avaliação da Evolução de Pré-Obesidade e Obesidade em Crianças em Idade Pré-escolar e escolar. *Nutricias* 2009;9:12-13.
- Saavedra, F. (2001). Estudo da Aptidão Física em crianças dos 10 aos 12 anos de idade: Avaliação da Aptidão Física em crianças com actividade física diferenciada. UTAD, Vila Real.
- Schlicker, S.A., Borra, S.T. e Regan, C. (1994). The weight and fitness status of United States children. *Nutrition Reviews*. 52(1):11-7.
- Schoenberg JB, Beck GL, Bouhuys A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol* 1978;33: 367-93.
- Schramm GM, Grutein MM. Pulmonary function test in infants. In: Chernick V, Kendig E, editors. *Disorders of the respiratory tract in children*. 5 ed. Philadelphia: Saunders, 1990;127-47.
- Schwartz J, Katz SA, Fegley RW, Tockman MS. Sex and race differences in the development of lung function. *Am Rev Respir Dis* 1988; 136:1415-21.
- Schwartz, J.D. et al. Sex and race differences in the development of lung function. *Am. Rev. Respir. Dis.*, New York, v.138, n.6, p.1415-1421, 1988.
- Seely JE, Guzman CA, Beclake MR. Heart and lung function at rest and during exercise in adolescence. *J Appl Physiol* 1974;36:34-40.
- Seidell, J. C. (2000). The current epidemic of obesity. In Bouchard, C. (Edt). *Physical Activity and Obesity*:21-30. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sharp, JT., Henry, JP., Sweany, SK., Meadowos, WR. e Pietras, RJ.(1964). The total work of breathing in normal and obese men. *J Clin Invest*. 43:728-39.
- Shephard, J. (1969). The working capacity of Toronto school children. *Canadian Medical Association Journal*, 100: 560-566.
- Silva, A., Mourão-Carvalho, I., Reis, V., Mota, M., Garrido, N., Pitanga, F., et al. (2008). A Prevalência do Excesso de Peso e da Obesidade entre Crianças Portuguesas. *Fitness Performance Journal* 7 (5), 301-305.

Silva, A.; Boin, I.; Pareja, J. e Magna, L. (2007). Análise da função respiratória em pacientes obesos submetidos à operação fobi-capella. Rev. Col. Bras. Cir , Vol. 34 - Nº 5, Set. / Out. 2007.

Silva, F.; Matsudo, V. e Tarapanoff, A. (1986). Determinação do consumo de oxigênio para massa: predição pela forma indirecta e pela frequência cardíaca de recuperação. Celafiscs – 10 Anos de Contribuição as Ciências do Esporte, 1ª edição, Celafiscs, São Caetano do Sul.

Singulem, D.M. (2001). Obesidade na Infância e Adolescência. Compacta Nutrição. 2(1): 5-16.

Slaughter, M. H. et al. Skinfold (1988). Equations for estimation of body fatness in children and youth. Human Biology. v. 60, n. 1, p.709-723.

Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Stillman RJ, Loan MV, Horswill CA, Wilmore JH. Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: a cross-sectional study. Hum Biol 1984;56(4):681-9.

Sorof, J. e Daniels, S. (2002). Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. Hypertension, Dallas, v. 40, no. 4, p. 441-447.

Sparrow, A.; Newell, K. (1994). Energy expenditure and motor performance relationships in human learning a motor task. Psychophysiology, 31, 338-346.

Spathopoulos D., Paraskakis E., Trypsianis G., Tsalkidis A., Arvanitidou V., Emporiadou M., Bouros D.; Chatzimichael A. (2009). The Effect of Obesity on Pulmonary Lung Function of School Aged Children in Greece. Pediatric Pulmonology 44:273–280.

Sue, DY. (1997). Obesity and Pulmonary Function: more or less? Chest, 111 (4): 844 5.

Sutherland, E.R. e Cherniack, R.M. (2004). Management of chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med. 350 (26): 2689 – 2697.

Surratt, PM., Wilhoit, SC., Hsiao, HS., Atkinson, RL. e Rochester DF.(1984). Compliance of chest wall in obese subjects. J Appl Physiol. 57:403-7.

Sutherland, E.R. e Cherniack, R.M. (2004). Management of chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med. 350 (26): 2689 – 2697.

Sutton, J. R. (1992). VO<sub>2</sub>máx - new concepts on an old theme. Medicine and Science in Sports Exercise, 24(1), 26-29.

Taussig LM, Chernick V, Wood R, Farrel P, Mellins RB. Standardization of lung function testing in children. Proceedings and Recommendations of the GAP Conference Committee, Cystic Fibrosis Foundation. J Pediatr 1980;97:668-76.

Telama R.; Yang X.; Laasko L.; et al. (1997). Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. American Journal Preventive Medicine; 14: 317-23

Tounian, P., Aggoun, Y. and Dubern, B. (2001) Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. Lancet 358, 1400-1404.

Turley, K. and Wilmore H. (1997). Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. Journal of Applied Physiology; 83 (3): 948-57.

Turley K. (1997). Cardiovascular responses to exercise in children. Sports Medicine; 24: 241-57.

- Ülger Z, Demir E, Tanaç R, Goksen D, Gulen F, Darcan S, Can D, et al., The effect of childhood obesity on respiratory function tests and airway hyperresponsiveness, *The Turkish Journal of Pediatrics* 2006; 48: 43-50.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *European J. Physiology*, 55(5), 503-506.
- Van Mechelen, W.; Van Lier, H.; Hlobil, H.; Crolla, I. and Kemper, H. (1992). Dutch Eurofit reference scales for boys and girls aged 12-16. *Pediatric Work Physiology, Children and Exercise XVI*, Masson.
- Van Praagh, E.; Falgairette, G.; Bedu, M.; Fellmann, N. and Coudert, J. (1989). Laboratory and field-test in 7-year old boys. *Children and Exercise XIII, Human Kinetics Books*. Champaign.
- Vicent, S.D.; Barker, R.; Clarke, M. and Harrison, J. (1999). A comparison of peak heart rates elicited by 1-mile run/walk and the Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70 (1): 75-78.
- Villares, S. M., Ribeiro, M. e Silva A.(2003). Obesidade Infantil e Exercício. *Revista ABESO*. Disponível em <http://www.abeso.org.br/revista/revista13/obesidadeinfantil.html> acesso:15 Julho 2003
- Vinet, A.; Nottin, S.; Lecoq, A. and Obert, P. (2002). Cardiovascular responses to progressive cycle exercise in healthy children and adults. *International Journal of Sports Medicine*; 23: 242-6.
- Vrijens, J.; Beunen, G.; Borms, J.; Lefevre, J. and Claessens, L. (1993). A cross-cultural study of endurance fitness in Flemish girls and boys. *Worldwide variation in physical fitness*. Institute of Physical Education,
- Wang, G. & Dietz, W. (2002). Economic Burden of Obesity in Youths Aged 6 to 17 years:1979 – 1999. *Pediatrics*, 109, 81.
- Wang, J., Thornton, J., Bari, S., Williamson, B., Gallagher, D., Heymsfield, S., Horlick, M., Kotler, D., Laferrère, B., Mayer, L., Sunyer, F., Pierson, R. (2003). Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites *American Society for Clinical Nutrition, American Journal Clinical of Nutrition*, 77: 379-84.
- Washington, L; Bricker, T; Alpert, S; Daniels, R; Deckelbaum, J; Fisher, A. (1994). Guidelines for exercise testing in the pediatric age group from the committee on arteriosclerosis and hypertension in children, council on cardiovascular disease in the young. *American Heart Association Circulation*; 90: 21, 66-79.
- Waters, L.; Lunsford, B.; Perry, J.; Byrd, R. (1988). Energy-speed relationship of walking: standard tables. *Journal of Orthopedic Research*, 6, 215-222.
- Welk, G. J. & Meredith, M.D. (Eds.). (2008). *Fitnessgram / Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.
- Wenger A, Bell J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training altering cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine*; 3:46-56.
- 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.
- West J. B., 1990, *Respiratory Physiology – The Essentials*, 4<sup>th</sup> ed., Williams & Wilkins Co, Baltimore.
- Willems, P.; Cavagna, A.; Heglund, C. (1995). External, internal and total work in human locomotion.. *Journal of Experimental Biology*, 198, 379-393.

- Williams & Schlenker (2003). *Essentials of Nutrition and Diet Therapy*. St Louis, Mosby, 8th edition.
- Wilmore e Costill. *Fisiologia do Exercício*. Editora Manole, 1ª edição, São Paulo-SP 2001.
- Wilmore, J. and Costill D. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics Books.
- Wilmore, J.; Costil, D. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Wilmore JH, Haskell WL. (1972). Body composition and endurance capacity of professional football players. *J Appl Physiol*. 33:564-567.
- Wilson, PWF., Kannel, WB., Silbershatz, H. e D'Agostino, RB. (1999). Clustering of Metabolic Factors and Coronary Heart Disease. *Arch Intern Med*; 159 (10): 1.104-9.
- Windeman, L.; Stoudemire, N; Pass, K.; McGinnes, C.; Gaesser, A. and Weltman, A. (1996). Assessment of the AeroSport Teem 100 portable metabolic measurement system. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 28(4): 509-515.
- Wong, C.Y., O'Moore-Sullivan, T., Leano, R., Byrne, N., B, Eller, E. and Marwick, T.H. (2004) Alterations of left ventricular myocardial characteristics associated with obesity. *Circulation* 110, 3081-3087.
- World Health Organization (1995). Expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO, 1995. 452p. (WHO). Technical Report Series, 854).
- World Health Organization. (1998). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva.
- Zanconato, S., Baraldi, E., Santuz, P., Rigon, F., Vido, L., DALT, L.D.; Zacchello, F. Gas exchange during exercise in obese children. *European Journal of Pediatrics*, n.1148, p. 614-617, 1989.
- Zanconato, S.; Buchtal, S.; Barstow, J.; Cooper, M. (1993). P- magnetic resonance spectroscopy of leg muscle metabolism during exercise in children and adults. *Journal of Applied Physiology*; 74: 2214-18.
- Zerah, F., Harf, A., Perlemuter, L., Lorino, H., Lorino, AM. e Atlan, G.(1993). Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest*. 103:1470-6.

## ANEXO 1



### PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO / RASTREIO – 1º CICLO ESCOLAR DE ÉVORA



Escola EB1 do Bacelo

---

#### ESTUDO DA FUNÇÃO PULMONAR, CARDIORESPIRATÓRIA E OBESIDADE INFANTIL.

O presente projecto tem como objectivo investigar o impacto da composição corporal nos parâmetros das provas de função respiratória e a sua correlação com um teste de consumo de oxigénio nas crianças do 1º ciclo de forma a constituir informação que contribua para a construção de estratégias de prevenção. Certos da necessidade que existe em inverter alguns hábitos de vida menos saudáveis, a par com necessidade de informar da importância que constitui seguir um estilo de vida mais saudável, o presente projeto de rastreio permitirá não só realizar o despiste de eventuais condições menos saudáveis ao nível da função pulmonar, respiratória e obesidade infantil como também informar pais e crianças sobre que orientações tomar.

**Vimos por este meio solicitar autorização para realizar as seguintes avaliações ao seu educando:**

1. **Avaliação Respiratória/Pulmonar:**

O seu educando irá realizar testes de inspiração (ar para dentro) e expiração (deitar ar fora) num aparelho com bocais descartáveis.



2. **Medidas:**

Perímetro de Cintura: medição com uma fita da zona abdominal do seu educando.

Peso: medição do peso numa balança.

Altura: medição da altura com uma fita.



Prega Subescapular: medição da prega adiposa da omoplata com adipómetro.

Prega Tricipital: medição da prega adiposa do braço com adipómetro.

3. **Avaliação Cardiorespiratória (consumo de oxigénio):**

Teste do Vaivém – corrida de 20 metros progressiva em vários níveis orientados por cadência sonora, com a duração de 3 a 4min.

(O seu educando realizará o teste com um aparelho de avaliação respiratória como os exemplificados nas figuras.)



Mais se informa que as avaliações não têm carácter invasivo nem irão condicionar o estado de saúde do seu educando e não serão realizadas no mesmo dia. No final do ano letivo serão fornecidos às crianças, aos encarregados de educação e à escola relatórios e informação do rastreio realizado. Obrigado pela participação!

---

Equipa do Projeto/Rastreio:

Responsável – Prof. Nelson Valente (Doutorando em Fisiologia Humana pela Universidade de Extremadura – Espanha)

Contacto: 963571901; [nv.fisiologia@gmail.com](mailto:nv.fisiologia@gmail.com)

Colaboradores – Escola Superior de Desporto de Rio Maior (Instituto Politécnico de Santarém)

Eu, \_\_\_\_\_(nome), encarregado de educação do aluno \_\_\_\_\_(nome), autorizo que a equipa de rastreio recolha as avaliações referidas.

Declaro que fui suficientemente informado dos objetivos do rastreio e riscos associados com a realização dos testes. Foi-me fornecido contactos para poder colocar dúvidas e declaro que estou na posse de informação suficiente para poder assinar o termo de consentimento, relativamente à participação do meu educando no rastreio.

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



(Nota: Solicita-se o preenchimento do inquérito no verso desta folha e devolução por completo da folha. **Todos os dados permanecerão no anonimato e estão devidamente autorizados e protegidos pela Comissão Nacional de Proteção de Dados, processo nº 8041/09)**)



**ANEXO 2**

**RELATÓRIO**

**Projecto de Rastreio das escolas do 1º ciclo de Évora**

**NOME:** \_\_\_\_\_

**TURMA:** \_\_\_\_\_

**Relatório da avaliação realizada ao Educando (fornecer ao Encarregado de Educação):**

<b>IMC (Índice de Massa Corporal)</b>	<b>VALOR IMC</b>	<b>Significa que o valor do PESO corresponde a:</b>	
		<b>Magro</b>	
		<b>Peso Saudável</b>	
		<b>Excesso de Peso</b>	
		<b>Obeso</b>	

<b>% MG (Porcentagem de Massa Gorda)</b>	<b>VALOR % MG</b>	<b>Significa que o valor corresponde a:</b>	
		<b>Valor Saudável</b>	
		<b>Valor Excessivo</b>	

**Função Pulmonar**

(EM ANEXO JUNTA-SE O RELATÓRIO ESPECÍFICO DOS TESTES DA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA)

**FUNÇÃO PULMONAR (Capacidade Vital Forçada – FVC)**

O valor real medido no teste de Espirometria está (acima \_\_\_ ou abaixo \_\_\_) do valor esperado.

## Capacidade CardioRespiratória

VALOR MÁXIMO DO CONSUMO DE OXIGENIO (VO <sub>2</sub> pico)			
Valor real		Valor de referência	

Informação Adicional:

---

---

---

Relatório da avaliação realizada ao Educando (fornecer ao Educando):

O MEU PESO é \_\_\_\_\_ kg e SIGNIFICA:

MAGRO



PESO NORMAL



EXCESSO DE PESO



## PARA CONTROLAR OU PERDER O MEU PESO PRECISO SABER...



### O QUE É CERTO?



...comer muita fruta, vegetais e peixe.



...

Correr.



...Andar de Bicicleta.



...Brincar.



ERRADO

### O QUE ERRADO?

É



...Comer hambúrgueres, batatas fritas e doces.



... Ver muita Televisão.



...Jogar muito vídeo Jogos.



...Estar em locais com fumo de tabaco.

**OBRIGADO PELA TUA PARTICIPAÇÃO!**

### ANEXO 3

Especificações para a realização do teste de Vaivém (Leger *et al.*, 1988).

<b>Estágios</b> (Nº)	<b>Velocidade</b> (km/h)	<b>Tempo de BIP's</b> (s)	<b>Nº Idas/voltas</b> (Estágio completo)
1	1	9,000	7
2	2	8,000	8
3	3	7,579	8
4	4	7,200	8
5	5	6,858	9
6	6	6,545	9
7	7	6,261	10
8	8	6,000	10
9	9	5,760	10
10	10	5,538	11
11	11	5,333	11
12	12	5,143	12
13	13	4,966	12
14	14	4,800	13
15	15	4,645	13
16	16	4,500	13
17	17	4,364	14
18	18	4,235	14
19	19	4,114	15
20	20	4,000	15
21	21	3,892	15

#### ANEXO 4

Tabela 32. Distribuição do N (total) por géneros, idades e categoria do IMC ( $n_{\text{total}}= 1564$ ).

Idade (anos)	6		7		8		9		10	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<b>IMC</b>										
Baixo Peso	5	4	13	5	12	8	9	5	4	1
Peso Normal	86	94	106	151	107	106	97	98	36	38
Excesso Peso	28	28	43	42	38	48	34	46	12	16
Obesidade	27	12	33	25	41	17	46	22	15	6