

Ana Isabel Novais Fontes Baganha Simões

**AVALIAÇÃO POR BIOIMPEDÂNCIA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL  
EM ADOLESCENTES FEMININOS PÓS-MENARCAIS**

Construção de uma equação linear múltipla com base em indicadores  
antropométricos



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

---

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Junho, 2010

Ana Isabel Novais Fontes Baganha Simões

**AVALIAÇÃO POR BIOIMPEDÂNCIA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL  
EM ADOLESCENTES FEMININOS PÓS-MENARCAIS**

Construção de uma equação linear múltipla com base em indicadores  
antropométricos



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

---

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Exercício e Saúde para Populações Especiais, área científica de Ciências do Desporto, sob orientação do Doutor Manuel João Coelho e Silva e co-orientação do Doutor António José Figueiredo.

Junho, 2010

**À Lalá e ao Adriano**

## RESUMO

Objectivos: Calcular a % de massa gorda (MG) e de massa isenta de gordura (MIG) com base nas fórmulas de Slaughter *et al.* (1988), calcular os valores de composição corporal (% e total) por bioimpedância (BIA), determinar as pregas de gordura subcutânea com maior associação aos resultados da bioimpedância, construir uma equação linear com base nas pregas com maior poder associativo, calculando o erro padrão da estimativa e determinar a associação entre os vários resultados de percentagem de MG e as medidas de aptidão física ligada ao *cardiorespiratory fitness*, as medidas de actividade física e as resultantes do questionário de frequência alimentar, para testar o conteúdo das fórmulas.

Amostra: 22 meninas (idade, 13,9±0.9 anos; estatura, 159,0±8,1; massa corporal, 48,9±9.3; %MG<sub>BIA</sub>, 24,1±5,5) frequentando a Escola Básica 2,3 de Condeixa-a-Nova no distrito de Coimbra.

Metodologia: As pregas adiposas subcutâneas (tricipital, bicipital, crural, geminal medial, subescapular, suprailíaca e abdominal) foram medidas com um adipómetro *Lange Skinfold Caliper*. A %MG foi estimada pela BIA com recurso a um analisador de frequência múltipla de método clássico mão-pé (*Akern*, modelo BIA101, *Akern Srl, Florence, Italy*, 2004). A aptidão física foi avaliada com recurso às provas PACER, milha (1609m), “sit-ups” de 60s e “sit-and-reach”. A AF foi quantificada por acelerometria (sensor uniaxial *Actigraph GT1M*), durante 5 dias consecutivos (dois de fim-de-semana e três de semana) e pelo diário de Bouchard *et al.* (1983), durante 3 dias igualmente consecutivos (dois durante a semana e um ao fim de semana). Adoptaram-se as pregas usadas no estudo de Slaughter *et al.* (1988) e as de maior associação com a %MG<sub>BIA</sub> para os sujeitos com valor igual ou inferior a 35mm no somatório das pregas tricipital com a subescapular ( $\Sigma$ TSub). Foi considerada a %MG<sub>BIA</sub> como variável dependente e as pregas subcutâneas como variáveis independentes. O desempenho dos modelos desenvolvidos foi avaliado pelo coeficiente de correlação (R), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e erro padrão de estimativa (EPE).

Resultados: O modelo desenvolvido com o somatório das pregas tricipital e subescapular ( $\Sigma$ TSub) foi, %MG=1.285 x  $\Sigma$ TSub – 0.013 x ( $\Sigma$ TSub)<sup>2</sup> – 0.328 (R=0.82, R<sup>2</sup>ajustado=0.62, EPE=3.31) e o modelo desenvolvido com o somatório das pregas tricipital e geminal medial ( $\Sigma$ TGLM) foi, %MG = 0.437 x  $\Sigma$ TGLM + 10.085 (R=0.88, R<sup>2</sup>ajustado=0.77, EPE=2.74). As pregas geminal medial, crural, tricipital e subescapular foram as que mais se associaram à %MG<sub>BIA</sub>. As equações propostas por Slaughter *et al.* (1988) associaram-se de modo elevado aos resultados proporcionados pela bioimpedância. Verificou-se existir uma associação forte entre as equações construídas no presente estudo e as equações originais, apresentando-se as equações propostas por Slaughter *et al.* (1988) como válidas para a população de onde foi seleccionada a amostra. Verificou-se uma elevada associação entre os resultados da aptidão aeróbia, proporcionados pela prova da milha e pelo PACER, e os vários resultados de percentagem de massa gorda proporcionados pelas medidas concorrentes. Constatou-se uma associação inversa entre valores mais baixos de percentagem de massa gorda e actividade física moderada a vigorosa e actividade física vigorosa (ambas ao fim-de-semana e avaliadas por acelerometria). Por outro lado, valores mais elevados de actividade física ligeira (acelerometria) apresentaram-se associados de modo positivo com valores de percentagem de massa gorda mais elevados. Verificou-se que valores mais baixos de consumo de gordura total e de gordura monoinsaturada ingeridas se

associaram, em ambos os casos, a valores mais baixos de percentagem de massa gorda. Em sentido inverso, o consumo mais elevado de cálcio, fibra alimentar e de calorias ingeridas associaram-se a valores mais baixos de percentagem de massa gorda.

Palavras-chave: Menarca, percentagem de massa gorda, pregas subcutâneas, bioimpedância.

## ÍNDICE

<b>Capítulo I – Introdução</b> .....	1
1.1. Preâmbulo .....	1
1.2. Apresentação do problema .....	1
1.3. Pertinência.....	2
1.4. Objectivos .....	3
<b>Capítulo II – Revisão da Literatura</b> .....	5
2.1. Gordura corporal e tecido adiposo .....	5
2.2 Composição corporal .....	7
2.2.1 Definição e metodologia .....	12
2.2.2. Modelos teóricos .....	12
2.2.3. Método directo .....	14
2.2.4. Métodos indirectos .....	15
2.2.4.1. Pesagem hidrostática .....	15
2.2.4.2. Pletismografia .....	17
2.2.4.3. Densitometria com emissão de raios X de dupla energia (DXA) .....	19
2.2.5. Métodos duplamente indirectos .....	20
2.2.5.1. Impedância bioeléctrica (BIA) .....	20
2.2.5.2. Antropometria .....	23
2.2.5.3. Interactância de Infravermelho (NIR) .....	23
2.3 Aptidão física .....	24
2.4. Actividade física .....	25
2.4.1. Definição e classificação .....	25
2.4.2. Quantificação .....	26
2.4.3. Tendência actual .....	26

2.4.4. Avaliação .....	27
2.4.4.1. Acelerometria .....	28
2.4.4.1. O diário de 3 dias .....	29
2.5 Ingestão alimentar .....	30
2.5.1. Balanço energético .....	30
2.5.2. Avaliação do consumo .....	31
<b>Capítulo III – Materiais e Métodos .....</b>	<b>33</b>
3.1. Amostra .....	33
3.2. Variáveis .....	33
3.2.1 Antropometria .....	33
3.2.1.1. Tamanho corporal .....	33
Massa corporal, estatura, altura sentado, índice córico, IMC	
3.2.1.2. Pregas de gordura subcutânea .....	34
Prega tricipital, prega bicipital, prega subescapular, prega suprailíaca, prega abdominal, prega crural (anterior), prega geminal medial	
3.2.1.3. Medidas antropométricas compostas .....	35
Porcentagem de massa gorda, somatórios das pregas de gordura subcutânea	
3.2.2. Bioimpedância .....	36
Massa gorda (percentual e total)	
3.2.3. Aptidão física .....	36
Milha, PACER, “sit-ups”, “sit-and-reach”	
3.2.4. Actividade física .....	38
Diário de 3 dias, acelerómetro	
3.2.5. Energia ingerida .....	40
Questionário de frequência alimentar	

3.3. Procedimentos .....	40
3.4. Controlo da qualidade dos dados .....	41
3.5. Tratamento estatístico .....	42
<b>Capítulo IV – Resultados .....</b>	<b>45</b>
4.1. Estatística descritiva nas medidas antropométricas simples e Compostas .....	45
4.2. Estatística descritiva nas medidas de composição corporal .....	45
4.3. Estatística descritiva nas medidas de aptidão física .....	46
4.4. Estatística descritiva nas medidas de actividade física pelo diário .....	47
4.5. Estatística descritiva nas medidas de actividade física pela acelerometria .....	47
4.6. Estatística descritiva nas medidas decorrentes do questionário de frequência alimentar .....	48
4.7. Correlação entre a percentagem de massa gorda dada pela medida critério (bioimpedância) e as equações propostas por Slaughter <i>et al.</i> (1988) .....	56
4.8. Associação entre as pregas de gordura subcutânea e a percentagem de massa gorda dada pela medida critério (bioimpedância) .....	57
4.9 Determinação dos coeficientes para obtenção de equações específicas para a amostra do presente estudo .....	57
4.10. Associação entre as medidas de aptidão física e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter <i>et al.</i> (1988) e do presente estudo .....	58
4.11. Associação entre as medidas de actividade física dadas pelo diário e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter <i>et al.</i> (1988) e do presente estudo .....	59
4.12. Associação entre as medidas de actividade física dadas por acelerometria e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter <i>et al.</i> (1988) e do presente estudo .....	59



4.13. Associação entre as medidas decorrentes do questionário de frequência alimentar e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter <i>et al.</i> (1988) e do presente estudo .....	60
<b>Capítulo V – Discussão dos Resultados</b> .....	63
5.1. Actividade física .....	64
5.2. Composição corporal .....	66
5.3 Aptidão física .....	68
5.4. Ingestão alimentar .....	69
<b>Capítulo VI – Conclusões</b> .....	73
6.1. Limitações do presente estudo .....	73
6.2. Conclusões .....	73
<b>Referências</b> .....	75

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 2.1.</b>	Valores de referência de percentagem de gordura corporal (Adaptada de Heyward <i>et al.</i> , 1996).....	5
<b>Tabela 2.2.</b>	Terminologia associada ao estudo da composição corporal (Adaptada de Heyward <i>et al.</i> , 1996).....	7
<b>Tabela 2.3.</b>	Alterações na % de massa gorda e na % dos constituintes da massa isenta de gordura desde o nascimento até aos 10 anos de idade, segundo dados de Foman <i>et al.</i> , 1982 (Tabela adaptada de Loan, 1996).....	8
<b>Tabela 2.4.</b>	Métodos de avaliação da composição corporal (adaptado de Costa, 2001).....	14
<b>Tabela 2.5.</b>	Valores de referência de densidade das fracções de massa magra para a população pediátrica (Adaptada de Going, 1996).....	17
<b>Tabela 2.6.</b>	Equações para crianças e adolescentes para estimar a MIG com base na BIA (citado por Costa, 2001).....	21
<b>Tabela 2.7.</b>	Variáveis obtidas por BIA (adaptado de Sobral <i>et al.</i> , 2007)...	22
<b>Tabela 2.8.</b>	Classificação energética da actividade física aplicável a populações sedentárias ou não desportivas (adaptado de Barata, 2008).....	26
<b>Tabela 2.9.</b>	Valores de referência de PAL (em inglês <i>Physical Activity Level</i> ) de um indivíduo (adaptado de Barata, 2008).....	26
<b>Tabela 3.1.</b>	Controlo de qualidade dos dados antropométricos (n=22).....	41
<b>Tabela 4.1.</b>	Estatística descritiva para as medidas morfológicas relacionadas com o tamanho corporal (n=22).....	45
<b>Tabela 4.2.</b>	Estatística descritiva para as medidas de gordura subcutânea (n=22).....	45
<b>Tabela 4.3.</b>	Medida de composição corporal de acordo com a fórmula de Slaughter <i>et al.</i> (1988) tendo as pregas subescapular e tricípital como preditores e com somatório inferior a 35mm (n=22)....	46
<b>Tabela 4.4.</b>	Estatística descritiva para as medidas geradas pela técnica de bioimpedância de avaliação da composição corporal (n=22)..	46

<b>Tabela 4.5.</b>	Estatística descritiva para as medidas de aptidão física ligadas à saúde (n=22).....	47
<b>Tabela 4.6.</b>	Estatística descritiva para as medidas temporais extraídas do diário (categoria 2-9, categoria moderada a vigorosa 6-9 e tempo de ecrã) para a totalidade da amostra (n=22), separadamente para os dias da semana e fim-de-semana.....	47
<b>Tabela 4.7.</b>	Estatística descritiva das medidas proporcionadas pela acelerometria uniaxial nos dias da semana e fim-de-semana no que respeita ao tempo de registo, sedentário e intensidade da actividade física (n=22).....	48
<b>Tabela 4.8.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de produtos lácteos de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	49
<b>Tabela 4.9.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de ovos, carnes e peixes de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	50
<b>Tabela 4.10.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de óleos e gorduras de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	51
<b>Tabela 4.11.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de pão, cereais e similares de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	51
<b>Tabela 4.12.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de doces e pastéis de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	52
<b>Tabela 4.13.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de hortaliças e legumes de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	53
<b>Tabela 4.14.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de frutos de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22)...	54
<b>Tabela 4.15.</b>	Frequência, sazonalidade e porção de bebidas e miscelâneas de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	55
<b>Tabela 4.16.</b>	Consumos diários de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).....	56

<b>Tabela 4.17.</b>	Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda dada pela bioimpedância e pelas equações de Slaughter <i>et al.</i> (1988), (n=22).....	56
<b>Tabela 4.18.</b>	Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda dada pela bioimpedância e as pregas de gordura subcutânea (n=22).....	57
<b>Tabela 4.19.</b>	Correlação bivariada simples entre as medidas de aptidão física e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter <i>et al.</i> , 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.....	58
<b>Tabela 4.20.</b>	Correlação bivariada simples entre as medidas de actividade física dada pelo diário e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter <i>et al.</i> , 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.....	59
<b>Tabela 4.21.</b>	Correlação bivariada simples entre as medidas de actividade física dada por acelerometria e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter <i>et al.</i> , 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.....	60
<b>Tabela 4.22.</b>	Correlação bivariada simples entre as medidas resultantes do questionário de frequência alimentar e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter <i>et al.</i> , 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.....	61
<b>Tabela 5. 1.</b>	Resultados da avaliação da AF por acelerometria em diferentes estudos.....	65
<b>Tabela 5.2.</b>	Validação das equações de Slaughter <i>et al.</i> (1988) em diferentes estudos na população pediátrica.....	67
<b>Tabela 5.3.</b>	Resultados da avaliação da aptidão física e sua associação com a gordura corporal em diferentes estudos na população pediátrica.....	68
<b>Tabela 5.4.</b>	Resultados da avaliação do consumo energético e sua associação com a gordura corporal em diferentes estudos na população pediátrica.....	70



## ABREVIATURAS

ACSM	<i>American College of Sports and Medicine</i>
AF	Atividade Física
AFM	Atividade Física Moderada
AFV	Atividade Física Vigorosa
AFMV	Atividade Física Moderada a Vigorosa
BIA	Bioimpedância
DXA	Densitometria com emissão de raios X de dupla energia
EF	Educação Física
FC	Frequência Cardíaca
MG	Massa Gorda
MIG	Massa Isenta de Gordura
MM	Massa Magra
NAHNES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
NIR	Interactância de Infravermelho
PDA	Pletismografia por Deslocamento de Ar
PACER	<i>Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run</i>
TA	Tecido Adiposo

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Preâmbulo

A obesidade é um sério problema de saúde que reduz a expectativa de vida ao promover o risco de desenvolvimento de doença coronária, de hipertensão arterial, de diabetes tipo 2, de doença pulmonar obstrutiva, de osteoartrite e de certos tipos de cancro (Heyward & Stolarczyk, 1996).

Kotechi, numa meta-análise publicada em 1997, acresce que o excesso de gordura corporal pode estar associado a um conjunto de problemas físicos que englobam degeneração hepática, doenças da vesícula biliar, diminuição da função pulmonar, anormalidades endócrinas, complicações obstétricas, traumatismos articulares por sobrecarga, gota, doenças cutâneas, proteinúria, aumento das concentrações de hemoglobina e possível debilidade do sistema imunológico.

Em 1985 (Heyward *et al.*, 1996) o *National Institute of Health* (EUA) alertava para uma prevalência duas a três vezes superior em obesos de hipertensão, dislipidemia e diabetes tipo 2.

Costa (2001) afirma peremptoriamente que elevados níveis de gordura corporal se encontram correlacionados de modo elevado com hipertensão arterial, dislipidemias e doenças cardíacas, contribuindo largamente para o aumento da morbidade e da mortalidade.

### 1.2. Apresentação do problema

Num quadro genérico em que a prevalência da obesidade adulta tende a aumentar, associada ao aumento do sedentarismo e consequência do tipo de alimentação determinada pelo envolvimento, contribuindo de forma indirecta, nomeadamente no âmbito familiar, para a duplicação do risco de crianças obesas e não obesas serem adultos obesos, a sua avaliação precoce surge como uma prioridade (Sardinha, Fraga e Moreira, 2000).

A obesidade infantil emerge, assim, como um importante problema de saúde na maioria dos países desenvolvidos. Entre a população pediátrica, a obesidade, mais do que um problema nutricional e metabólico, é um problema de cariz emocional, porquanto se reflecte na auto-estima e no processo de socialização. O peso ideal, e as questões relacionadas com a sua avaliação, perseguição e manutenção, têm-se tornado, portanto, cada vez mais relevantes (Padez, Fernandes, Moura, Moreira e Rosado, 2004).

Estimar um peso corporal saudável é uma das facetas importantes do estudo da composição corporal, em especial durante a fase de crescimento e maturação, permitindo identificar riscos associados quer ao excesso quer ao défice de gordura (Heyward *et al.*, 1996), contribuindo, entre outros, para a melhoria da auto-percepção física e da imagem corporal em crianças e jovens e para o tratamento de distúrbios alimentares.

Heyward *et al.* (1996) aconselham, inclusivamente, a integração do estudo da composição corporal e a informação relativa a níveis correctos de gordura corporal nos programas escolares de Educação Física. Em Portugal, a bateria *Fitnessgram* é a mais utilizada, sendo mesmo a adoptada pelo Ministério da Educação (ME). A percentagem de massa gorda é calculada com base na equação de Slaughter *et al.* (1988), considerando-se pertinente apreciar a validade desta proposta metodológica em grupos específicos.

### 1.3. Pertinência

Daqui decorre a importância do presente estudo, assumindo-se como um pequeno contributo para o cálculo da percentagem de massa gorda em raparigas pós-menarcais, pois sabe-se que as equações possuem limitações de generalização, sendo consideradas válidas na população em que foram construídas.

Já em 1985 Boileau, Lohman & Slaughter alertavam para um dos problemas associados ao estudo da obesidade infantil e suas modificações: a avaliação da obesidade baseada no modelo adulto de composição corporal, ignorando as modificações ocorridas durante o processo de crescimento e desenvolvimento, nomeadamente as alterações absolutas e relativas no conteúdo mineral, proteico e de água na massa isenta de gordura, sugerindo estudos futuros para o desenvolvimento de equações mais precisas para estimar a gordura corporal nesta faixa etária.

O índice de massa corporal (IMC) não é verdadeiramente uma medida de composição, devendo haver alguma cautela no seu uso indiscriminado. Isto é, pode ser-se portador de baixa percentagem de massa gorda e ter IMC elevado: é o exemplo dos culturistas. Existe, contudo, uma tendência para estudos de grandes amostras baseados no IMC ( $IMC = \text{Peso}(kg) / \text{Altura}(m)^2$ ).

A obesidade, segundo Heyward *et al.* (1996), deverá ser definida como um excesso de quantidade de gordura corporal total para um determinado peso corporal, não se devendo recorrer ao IMC para estabelecer valores “ideais” de peso, pois este índice não tem em conta a composição corporal do indivíduo e reforça o conceito erróneo de que o peso corporal é mais relevante do que a gordura corporal. Isto é particularmente pertinente em crianças em crescimento, pois a grande proporção de aumento de peso durante a adolescência é relativa à massa magra e não ao tecido adiposo (Boreham & Praagh, 2001).

Em estudos com grandes amostras recorre-se habitualmente a fórmulas de estimativa com medidas morfológicas de superfície: pregas, perímetros, circunferências e pregas. Por outro lado, os estudos de composição corporal com métodos mais precisos são dedicados a pequenas amostras. O método mais comum para o estudo da composição corporal em crianças e jovens é baseado na medição de pregas (Boreham *et al.*, 2001), sabendo-se que o seu somatório está directamente relacionado com a percentagem de gordura corporal (Heyward *et al.*, 1996), apresentando-se [as pregas adiposas] correlacionadas de modo elevado ( $r$  entre 0,7 e 0,9) com a gordura relativa (Sardinha *et al.*, 2000).



#### 1.4. Objectivos

Assim, o presente estudo, concentrando-se nas raparigas pós-menarcais de valores acumulados de adiposidade não severos (isto é, somatório das pregas tricipital e subescapular inferior a 35 mm) terá os seguintes objectivos:

- a. Calcular a % de massa gorda (MG) e de massa isenta de gordura (MIG) com base nas fórmulas de Slaughter *et al* (1988).
- b. Calcular os valores de composição corporal (% e total) por bioimpedância (BIA).
- c. Determinar as pregas de gordura subcutânea com maior associação aos resultados da bioimpedância.
- d. Construir uma equação linear com base nas pregas com maior poder associativo, calculando o erro padrão da estimativa.
- e. Determinar a associação entre os vários resultados de percentagem de MG e as medidas de aptidão física ligada ao *cardiorespiratory fitness*, as medidas de actividade física e as resultantes do questionário de frequência alimentar, para testar o conteúdo das fórmulas.



## CAPÍTULO II

### REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1. Gordura corporal e tecido adiposo

O risco de doença associado com a obesidade relaciona-se não só com a quantidade de gordura corporal mas também com o seu padrão de distribuição, especialmente com a que se encontra na região abdominal (intra-abdominal ou visceral), estando os homens mais sujeitos a esta última por normalmente acumularem gordura nesta região. Valores reduzidos de gordura corporal, no entanto, relacionam-se igualmente com problemas de saúde, pois para que se realizem as normais funções fisiológicas os valores de lípidos essenciais (fosfolípidos incluídos) e não essenciais (triglicéridos, por exemplo) têm que se balizar em parâmetros (ver tabela 1) que assegurem, entre outros, os processos de crescimento e maturação durante a puberdade (Barata, 2008).

Para classificar o nível de gordura corporal a percentagem de gordura corporal (GC) é obtida pela divisão do valor de massa gorda (MG) pelo valor da massa corporal (MC): [%GC = (MG/MC)\*100].

**Tabela 2.1.** Valores de referência de percentagem de gordura corporal (Adaptada de Heyward *et al.*, 1996).

	<b>Homem</b>	<b>Mulher</b>
<b>Em risco (de doenças e desordens associadas a desnutrição)</b>	≤ 5%	≤ 8%
<b>Abaixo da média</b>	6-14%	9-22%
<b>Média</b>	15%	23%
<b>Acima da média</b>	16-24%	24-31%
<b>Em risco (de doenças associadas com a obesidade)</b>	≥25%	≥32%

O tecido adiposo é responsável pelo armazenamento de triglicéridos (combustível metabólico fundamental), pela manutenção da temperatura corporal e suporte de órgãos, enquanto os lípidos estão envolvidos nos mais variados processos fisiológicos vitais (transporte e armazenamento de vitaminas lipossolúveis – A, D, E, K -, funcionamento do sistema nervoso, regulação do ciclo menstrual, funcionamento do sistema reprodutor, etc.).

Deve evitar-se confundir o conceito de gordura corporal, que é uma noção química, com o de tecido adiposo, que é uma noção histológica, pois sob o ponto de vista da composição corporal estamos a falar ao nível molecular, no primeiro caso, e ao nível tecidual no segundo.

A maioria da gordura corporal é triglicéridos ou tri-acil-gliceróis que se encontram armazenados, sobretudo, no tecido adiposo, como resultado de um balanço energético positivo, i.e., um consumo calórico superior às necessidades energéticas num determinado período tempo.

Mediante solubilização, por acção da enzima lipase hormono-sensível (HSL), presente nas células adiposas (adipócitos), estimulada pelas hormonas catabolizantes, sobretudo pelas catecolaminas, os triglicéridos são lançados na corrente sanguínea sob a forma de ácidos gordos livres (AGL) para fornecer energia ao organismo.

O tecido adiposo tem uma capacidade ilimitada de armazenamento de gordura, constituindo-se como um reservatório quase inesgotável, com padrões de distribuição diferentes por género, permitindo a um indivíduo de composição corporal normal um jejum de cerca de dois meses (Barata, 2008). Esta capacidade de armazenamento está intimamente associada a aspectos de natureza evolutiva, na medida em que criou condições para a sobrevivência em ambientes de escassez calórica por parte de indivíduos metabolicamente poupadores.

Nas sociedades contemporâneas, onde o acesso à comida é fácil e barato, esta capacidade assume cada vez menos relevância, assistindo-se a um desfasamento entre capacidades metabólicas e necessidades reais que, em grande parte dos casos e de forma epidémica, contribui para o aumento da obesidade.

Nem toda a gordura corporal se encontra no tecido adiposo (mielina nos nervos, colesterol no sangue, etc.). Na obesidade, inclusivamente, há ampla deposição de gordura corporal fora do tecido adiposo, num fenómeno chamado deposição ectópica de gordura (Barata, 2008). Este ocorre no fígado (esteatose hepática ou fígado gordo), no pâncreas, causando perturbações da secreção de insulina, o que constitui uma das razões pelas quais a obesidade induz diabetes, e, ainda, no interior das fibras musculares, originando o aumento da resistência da acção da insulina nos músculos.

A deposição ectópica de gordura está na base da chamada teoria da toxicidade que explana um dos principais mecanismos pelos quais a obesidade evolui para a insulino-resistência e, posteriormente, para a diabetes tipo 2, pelo que alguns autores têm vindo a propor o termo diabesidade (Barata, 2008).

Atendendo à relação entre gordura corporal e estado de saúde, constata-se a necessidade de utilizar métodos capazes de avaliar, de forma válida, a percentagem de gordura corporal.

## 2.2 Composição corporal

Distintos autores consideram a composição corporal uma das dimensões da aptidão física relacionada com a saúde (Costa, 2001), em virtude da íntima relação da quantidade e distribuição de gordura corporal com as alterações registadas ao nível da aptidão física e do estado de saúde, devendo os profissionais que pretendem intervir neste contexto dominar os princípios subjacentes à sua avaliação.

A importância da avaliação da composição corporal assenta no facto de a massa corporal, por si só, não constituir um parâmetro conclusivo para a definição de carências ou excessos dos componentes corporais (Costa, 2001). Tampouco o índice de massa corporal, obtido pelo cálculo  $\text{estatura (m)}/\text{peso (kg)}^2$ , se apresenta adequado, por reforçar a ideia de que o peso corporal é mais importante do que a gordura corporal, excluindo a composição corporal do indivíduo.

Heyward *et al.* (1996) detiveram-se na definição cuidadosa da terminologia associada ao estudo da composição corporal, que aproveitaremos para facilitar o enquadramento do nosso discurso:

**Tabela 2.2.** Terminologia associada ao estudo da composição corporal (Adaptada de Heyward *et al.*, 1996).

Terminologia	Definição
<b>Massa Gorda (MG)</b>	Todos os lípidos extraíveis do tecido adiposo e outros tecidos do corpo.
<b>Tecido Adiposo (TA)</b>	Gordura (~83%) mais as suas estruturas de suporte (~2% de proteína e ~15% de água).
<b>Massa Isenta de Gordura (MIG)</b>	Todos os químicos residuais e tecidos, incluindo água, osso, tecido conjuntivo e órgãos internos.
<b>Massa Magra (MM)</b>	MIG mais lípidos essenciais (masculino: 2 % a 3% feminino: 5% a 8%).
<b>Gordura Corporal Relativa</b>	Massa Gorda expressa como uma percentagem do peso corporal total.
<b>Lípidos essenciais</b>	Lípidos de composição (fosfolípidos) necessários para a formação da membrana celular (~10% dos lípidos totais).
<b>Lípidos não essenciais</b>	Triglicéridos encontrados primariamente no tecido adiposo (~90% dos lípidos totais).
<b>Densidade Corporal (DC)</b>	Massa corporal total expressa em relação ao volume corporal total.
<b>Gordura Subcutânea</b>	Tecido adiposo armazenado debaixo da pele.
<b>Gordura Visceral</b>	Tecido adiposo armazenado em e em torno dos órgãos das cavidades abdominal (ex: fígado, rins) e torácica (ex: coração, pulmões).
<b>Gordura Intra-abdominal</b>	Gordura visceral na cavidade abdominal.
<b>Gordura Abdominal</b>	Gordura visceral e subcutânea na cavidade abdominal

A quantidade de gordura corporal é quantificada mediante o acesso aos valores de massa gorda (MG) e massa isenta de gordura (MIG) de um indivíduo (Heyward *et al.*, 1996). A MG inclui todos os lípidos extraíveis do tecido adiposo e outros tecidos. A MIG consiste em todos os tecidos residuais e químicos, água, músculo, osso, tecido conjuntivo e órgãos incluídos. Apesar da MIG e a massa magra serem frequentemente utilizados de forma indiscriminada, há diferenças a considerar pois esta, ao contrário da MIG que não contém lípidos na sua composição, inclui uma pequena fracção de lípidos essenciais (2 a 3% nos homens e 5 a 8% nas mulheres).

A avaliação da composição corporal aplica-se a diferentes áreas do saber, em particular quando se procura promover estratégias mais eficazes no campo da nutrição e do exercício, na estimação de um peso corporal saudável, na intervenção em situações de distúrbios alimentares e na monitorização do crescimento (Costa, 2001).

Contudo, por sofrer alterações nas quantidades dos seus componentes durante toda a vida do indivíduo, a composição corporal assume um dinamismo notável, sobretudo durante os processos de crescimento e desenvolvimento e sob a influência de factores ambientais como são o estado nutricional e o nível de actividade física (Costa, 2001).

Os contributos na área da avaliação da composição corporal em crianças e jovens são vastos, tendo sido desenvolvidos métodos e técnicas dos quais resultaram, entre outros, equações de estimação e valores de referência dos seus componentes, fundamentais para a intervenção em populações pediátricas.

Sendo o corpo humano um organismo complexo composto por uma variedade de tecidos que mudam com o desenvolvimento, a maturação e a idade (Loan, 1996), é importante compreender como é que estes diferentes compartimentos podem ser afectados pela idade, em particular durante a adolescência, pois é sobretudo nesta fase que se dão as maiores alterações à composição corporal. Estas alterações incluem, por exemplo, uma diminuição dos valores de água na massa magra bem como um aumento do seu conteúdo mineral e proteico, com consequências determinantes para a sua densidade.

Aliás, desde o nascimento até aos 10 anos de idade, a composição corporal sofre alterações quer na % de massa gorda quer na % dos constituintes da massa isenta de gordura.

**Tabela 2.3.** Alterações na % de massa gorda e na % dos constituintes da massa isenta de gordura desde o nascimento até aos 10 anos de idade, segundo dados de Foman *et al.*, 1982 (Tabela adaptada de Loan, 1996).

Idade	Peso (kg)	MG (%)	Componentes da MIG		
			Água Total (%MM)	Proteína (%MM)	Mineral (%MM)
<b>Nascimento</b>	3.5	14.0	80.6	15.0	3.7
<b>1 mês</b>	4.2	15.5	80.5	15.1	3.7
<b>6 meses</b>	7.7	26.0	79.5	16.0	3.7
<b>1 ano</b>	10.1	23.0	79.0	16.6	3.7
<b>5 anos</b>	18.1	15.6	77.0	18.2	4.0
<b>10 anos</b>	32.0	16.5	76.0	19.0	4.3

Os valores apresentados na tabela acima apresentada são baseados em estudos de Foman *et al.* (1982) para rapazes e raparigas. Salienta-se o facto de, desde o nascimento até aos seis meses de idade, as raparigas serem, em média, mais leves do que os rapazes em cerca de 0.5 a 1.0 kg. Por outro lado, aos cinco anos de idade as raparigas apresentam-se cerca de 1% mais gordas e têm menos mineral do que os rapazes, enquanto aos dez anos de idade são ligeiramente mais pesadas e quase 6% mais gordas do que os rapazes.

Convém mencionar, igualmente, os valores de referência para a criança de 10 anos de idade: água corporal total aproximadamente igual a 76,2%, proteína igual a 18,4% e mineral ósseo igual a 5,4% (baseados nos trabalhos de Lohman *et al.*, 1984 e Foman *et al.*, 1982).

De acordo com Lohman (1986), há que considerar, portanto, variações na composição e densidade da massa magra durante o crescimento e a maturação, facto corroborado por diversos estudos recentes, tendo como base modelos de composição corporal quer de nível anatómico quer de nível químico. Afirma este autor que é sobretudo a magnitude do desvio em relação aos valores de referência da composição da massa magra a responsável pela precisão da estimativa da densidade dos seus componentes e não tanto os erros de medida da densidade corporal. Há, então, que ter cautela na assunção da invariabilidade da composição da massa magra.

Boileau *et al.* (1985) alertaram para os cuidados que se devem aplicar na estimação da massa gorda em adolescentes, pelo facto de ser um período de rápido crescimento.

Por outro lado, há que considerar que durante a adolescência há mudanças significativas na distribuição absoluta e relativa do tecido adiposo, por influência do crescimento e da maturação. A extensão destas mudanças varia de indivíduo para indivíduo (Going, 1996). De acordo com Malina (1996) este facto reveste-se de especial importância pois indivíduos do mesmo estágio de desenvolvimento maturacional, mas de idades diferentes, apresentam diferenças na sua composição corporal. Sabe-se, por exemplo, que a maturação precoce em raparigas está associada com níveis mais elevados de gordura (Malina, 1996).

Segundo Boreham *et al.* (2001), o método mais comum para o estudo da composição corporal em crianças baseia-se na medição das pregas de gordura subcutânea, surgindo pelo menos três opções ao investigador:

- O método clássico publicado por Durnin & Rahaman (1967), no qual a soma de quatro pregas (bicipital, subescapular, tricípital e suprailíaca), medidas com precisão por um adipómetro, se transformam numa medida de percentagem da gordura corporal usando a equação de Siri (1956). Este método tem sido sujeito a críticas pelo facto do estudo de Siri ter envolvido um reduzido número de raparigas e rapazes, potenciando, assim, o erro, fruto das alterações da densidade durante o crescimento.
- Face às reservas acima descritas, proceder apenas à comparação da soma das quatro pregas.

- Utilizar uma das equações desenvolvidas recentemente por Slaughter *et al.* (1988) baseada em duas pregas.

Slaughter *et al.* (1988) recomendam as seguintes equações baseadas em pregas, como mais adequadas do que as correntes, para estimar com maior precisão a % de massa gorda em crianças e jovens (8-18 anos de idade):

#### Tricipital e Geminal

$$\text{Masculino: PFDWB} = .735 (\text{tricipital} + \text{geminal}) + 1.0$$

$$\text{Feminino: PFDWB} = .610 (\text{tricipital} + \text{geminal}) + 5: 1$$

(Em que PFDWB, significa % de MG estimada a partir da medição da densidade (D), da água (W de *water*) e do mineral ósseo (B de *bone*)).

#### Tricipital e Subescapular

$$\text{Prepúbere Branco Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 1.7$$

$$\text{Prepúbere Negro Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 3.2$$

$$\text{Púbere Branco Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 3.4$$

$$\text{Púbere Negro Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 5.2$$

$$\text{Pospúbere Branco Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 5.5$$

$$\text{Pospúbere Negro Masculino: PFDWB} = 1.21 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .008 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 \quad 6.8$$

$$\text{Feminino: PFDWB} = 1.33 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) - .013 (\text{tricipital} + \text{subescapular})^2 - 2.5$$

(Em que PFDWB, significa % de MG estimada a partir da medição da densidade (D), da água (W de *water*) e do mineral ósseo (B de *bone*)).

#### Somatório das pregas tricipital e subescapular superior a 35mm

$$\text{Masculino: PFDWB} = .783 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) + 1.6$$

$$\text{Feminino: PFDWB} = .546 (\text{tricipital} + \text{subescapular}) + 9.7$$



(Em que PFDWB, significa % de MG estimada a partir da medição da densidade (D), da água (W de *water*) e do mineral ósseo (B de *bone*)).

O objectivo do estudo de Slaughter *et al.* (1988), do qual resultaram as equações acima propostas, foi determinar a previsibilidade da massa gorda, através de três diferentes abordagens:

1. Densidade corporal a partir da pesagem hidrostática e do volume residual (modelo bicompartimental).
2. Densidade corporal e água (modelo tricompartmental).
3. Densidade corporal, água e conteúdo mineral ósseo (modelo tetracompartimental).

A amostra consistiu em 310 sujeitos, com idades compreendidas entre os 8 e os 29 anos de idade, divididos em quatro grupos de indivíduos brancos e negros do sexo feminino e do sexo masculino. Destes, 66 pré-púberes (50 meninos e 16 meninas), 59 púberes (30 rapazes e 29 raparigas), 117 pós-púberes (58 rapazes e 59 raparigas) e 68 adultos (36 homens e 32 mulheres).

Para a classificação do nível de maturação dos sujeitos, foi utilizada a Escala de Tanner (1962), correspondendo os pré-púberes aos estádios 1 e 2, os púberes ao estádio 3, os pós-púberes aos estádios 4 e 5 e os adultos ao estádio 6 ou mais elevado.

Estas equações poderão garantir estimativas mais precisas da % de massa gorda, pelo facto de resultarem de uma abordagem multicompartmental da composição corporal e por ter sido considerada a imaturidade química das crianças (Slaughter *et al.*, 1988).

Janz *et al.* (1993), num estudo de validação cruzada das equações propostas por Slaughter, numa amostra de 122 sujeitos (púberes e prepúberes) com idades compreendidas entre 8 e 17 anos, concluíram apresentar-se promissor o seu uso na estimação da percentagem da MG e da MIG em crianças e jovens saudáveis, sobretudo a equação para meninas com as pregas tricípital e subescapular como preditores.

Sardinha *et al.* (2000), apresentaram uma nova equação para a estimação da percentagem de massa gorda (%MG) em rapazes e raparigas portuguesas com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos, na sequência de uma investigação que envolveu 322 sujeitos avaliados por DXA (medida critério) e antropometria (medida estimada). Foi avaliada a validade interna de um conjunto de equações preditivas da %MG, entre as quais as propostas por Slaughter *et al.* (1988). Pelo seu elevado desempenho, sugeriram a aplicação dos modelos desenvolvidos no estudo, com correlações elevadas com os valores estimados por DXA ( $r=0.93$ , no caso feminino, e  $r=0.89$  no caso masculino). As equações de Slaughter *et al.* (1988) incluindo as pregas tricípital e subescapular como preditores foram as que obtiveram maior concordância com a %MG estimada pela medida critério, respectivamente para rapazes pré-pubertários com somatório inferior a 35mm e raparigas com somatório superior a 35mm.

A prescrição e controlo adequados, quer de programas de exercício físico quer de dietas alimentares que visem a melhoria da aptidão física e da saúde dependem, em

primeira instância, da avaliação da composição corporal (Sardinha *et al.*, 2000) mediante métodos e técnicas válidas para o sujeito em causa, precedida ou acompanhada da devida quantificação e caracterização da actividade física do sujeito, do seu nível de aptidão física e do seu padrão alimentar, tal como vem sendo observado na maioria das publicações resultantes da investigação junto da população pediátrica e que à frente referimos.

### **2.2.1 Definição e metodologia**

Entende-se por composição corporal a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total (Costa, 2001), habitualmente expressa em percentagem de MG e percentagem de MIG. Estes valores percentuais são imprescindíveis na intervenção levada a cabo por profissionais da área do exercício e da saúde, em virtude da estreita relação com a aptidão física ligada à saúde.

Da sua avaliação, consubstanciada em dados de natureza quantitativa, decorre a possibilidade de prescrever exercícios e propor dietas alimentares específicas, bem como detectar o grau de crescimento e desenvolvimento de crianças e jovens.

Pela elevada importância que assume nas diferentes áreas da saúde, é por demais evidente a necessidade de um conhecimento abrangente das formas de determinação da composição corporal.

No estudo da composição corporal são aplicados modelos teóricos para a obtenção de medidas de referência que permitem o desenvolvimento de métodos e equações que permitam estimar os valores dos seus componentes.

### **2.2.2. Modelos teóricos**

O estudo da composição corporal é sustentado por duas grandes categorias: *in vivo* e no cadáver, das quais decorrem metodologias analíticas e instrumentais que dependem do nível de operacionalização pretendido.

De um modo geral, o modelo bicompartimental (MG e MIG) e o modelo multicompartimental de nível químico (MG, água, proteína e mineral) têm sido os mais utilizados na investigação na área da composição corporal (Heyward *et al.*, 1996).

Going (1996) aponta um conjunto de motivos que justificam a escolha de um modelo bicompartimental em detrimento de um mais preciso modelo multicompartimental, relacionados com a impossibilidade de efectuar medições das componentes da massa magra, por falta de equipamento, por constrangimentos de tempo ou por razões económicas.

Também Silva & Sardinha (2008) fazem referência à despesa elevada e ao tempo exigido na implementação de um modelo multicompartimental, indicando que têm sido desenvolvidas, em contexto clínico, técnicas menos dispendiosas e mais práticas para calcular componentes a nível molecular, permitindo a sua validação e posterior generalização. Destacam, pois, dos vários métodos disponíveis, a morfologia de superfície, a pletismografia por deslocamento de ar (PDA), a impedância bioeléctrica

(BIA) e a relativamente nova tecnologia densitometria radiológica de dupla energia (DXA).

Wang *et al.* (1992) propuseram um modelo de classificação do fraccionamento da massa corporal em cinco níveis de organização, fornecendo uma estrutura conceptual dentro da qual as diversas pesquisas em composição corporal podem ser realizadas sem o risco de interpretações erradas, pela eventual má compreensão das inter-relações entre os diferentes níveis de complexidade, a saber:

- Nível I (atómico) – abrange cerca de 50 elementos, dos quais apenas 6, o oxigénio, o carbono, o hidrogénio, o nitrogénio, o cálcio e o fósforo constituem mais de 98% da massa corporal total;
- Nível II (molecular) – os compostos químicos corporais, que compreendem mais de cem mil moléculas diferentes, são agrupados em cinco compartimentos: lípidos, água, proteínas, hidratos de carbono e minerais;
- Nível III (celular) – o corpo é dividido em três componentes: massa celular total, fluidos extracelulares (plasma intracelular e extracelular incluídos) e sólidos extracelulares.
- Nível IV (tecidos, órgãos e sistemas) – é definido quatro categorias ou compartimentos: tecido conjuntivo (adiposo e ósseo incluídos), tecido epitelial, tecido muscular e tecido nervoso.
- Nível V (corpo inteiro) – o corpo é analisado de acordo com as suas características morfológicas, pelas medidas relacionadas com o seu tamanho, forma e proporção.

É o nível V, como facilmente se pode depreender, aquele que mais se aproxima da realidade dos investigadores que actuam nas áreas do exercício e da saúde. As características físicas referidas podem ser analisadas a partir das medidas obtidas de estatura, massa corporal, perímetros, diâmetros e circunferências e espessura de pregas de gordura subcutânea que não exigem sofisticados procedimentos laboratoriais (Costa, 2001).

Porém, reforça-se, é importante ter presente que não é possível classificar um indivíduo dentro dos parâmetros de obesidade ou sobrepeso apenas com base no valor da sua massa corporal ou mesmo no famoso e já citado índice de massa corporal ou índice de Quetelet, tornando-se inevitável, no âmbito de uma intervenção na área do exercício e da saúde, um conhecimento das quantidades proporcionais dos diferentes componentes corporais, em particular quando estamos a intervir junto da população pediátrica.

Existem diversos métodos e técnicas para a sua determinação, organizados, de acordo com o tipo de procedimentos, em métodos directos, indirectos ou duplamente indirectos.

**Tabela 2.4.** Métodos de avaliação da composição corporal (adaptado de Costa, 2001).

<b>Directo</b>			
Dissecação de cadáveres			
<b>Indirectos</b>			
Físico-químicos	Imagem	Densitometria	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pletismografia</li> <li>• Absorção de gases</li> <li>• Diluição isotópica</li> <li>• Espectrometria de raios gama</li> <li>• Activação de neutrões</li> <li>• Excreção de creatinina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiologia convencional</li> <li>• Ultra-sonografia</li> <li>• Tomografia computadorizada</li> <li>• Ressonância magnética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesagem hidrostática</li> <li>• Deslocamento do volume de água</li> </ul>	
<b>Duplamente indirectos</b>			
“TOBEC”	“BIA”	“NIR”	Antropometria
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condutividade eléctrica corporal total</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedância bioeléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactância de infravermelho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices de obesidade</li> <li>• Modelo de 4 componentes</li> <li>• Modelo de 2 componentes</li> <li>• Somatograma</li> <li>• Somatótipo</li> <li>• “Phanton”</li> <li>• Equações de regressão linear</li> <li>• Equações de regressão geral</li> <li>• “O-scale”</li> <li>• Modelo de 4-5 componentes (Estudo de cadáveres na Bélgica)</li> </ul>

### 2.2.3. Método directo

O método directo é aquele em que há a separação e a pesagem de cada um dos componentes corporais isoladamente, realizado durante a dissecação de cadáveres.

Recentemente, Drinkwater *et al.* (1980) contribuíram para a obtenção de novos dados sobre as quantidades dos tecidos e órgãos no corpo humano adulto, relatando-os a partir de uma amostra de 25 cadáveres, com idades compreendidas entre os 55 e os 94 anos, fundamentais para o desenvolvimento de novos métodos indirectos.

#### 2.2.4. Métodos indirectos

Os métodos indirectos não incluem a manipulação isolada dos componentes corporais, antes baseando-se em princípios químicos e físicos que visam a extrapolação de quantidades de massa gorda e de massa isenta de gordura.

Entre estes incluem-se os métodos químicos (contagem de potássio radioactivo –  $K^{40}$  e  $K^{42}$ , diluição de óxido de deutério, excreção de creatinina urinária, etc.) e os métodos físicos (ultra-som, densitometria radiológica de dupla energia, pletismografia, ressonância magnética e densitometria).

##### 2.2.4.1. Pesagem hidrostática

Considerada por alguns especialistas (Heyward *et al.*, 1996) como um dos melhores métodos para o estudo da composição corporal, a densitometria torna possível estimar o volume corporal. Apesar de englobar diversos métodos, tornou-se sinónimo de pesagem hidrostática ou hidrodensitometria; reveste-se de simplicidade e é considerada a “medida de ouro” na validação de novos métodos de estimação da composição corporal (Going, 1996). O modelo bicompartimental foi a pedra basilar para o seu desenvolvimento (Heyward *et al.*, 1996).

O pressuposto da relativa estabilidade na densidade da massa magra foi fundamental para o desenvolvimento de alguns métodos de avaliação da massa gorda (MG), como é exemplo a pesagem hidrostática ou hidrodensitometria (onde a densidade corporal é determinada pela divisão do peso pelo volume corporal) baseada num modelo bicompartimental (Silva *et al.*, 2008). Na análise quantitativa da composição corporal, o modelo bicompartimental considera o corpo humano constituído por dois compartimentos ou componentes: massa gorda (MG) e massa isenta de gordura (MIG). Este, longe de ser um compartimento homogéneo, pode ser dividido nos seus constituintes primários: água, proteína, e minerais (M).

De acordo com Going (1996), a densidade de qualquer material é uma função das proporções e das densidades ( $d$ ) dos seus componentes. A densidade do corpo humano ( $D_c$ ), como qualquer outro, é equivalente à relação entre a sua massa ( $M$ ) e o seu volume ( $V$ ):

$$D_c = M/V$$

Daqui decorre a possibilidade, após estimativa do volume corporal, de calcular a densidade corporal e depois estimar a composição corporal, mediante a aplicação de uma equação adequada.

O cálculo do volume corporal assenta no Princípio de Arquimedes, segundo o qual qualquer corpo imerso num líquido sofre uma acção vertical, de baixo para cima, equivalente ao peso do volume deslocado. Então, quando um sujeito é submerso na água, o volume corporal corresponde à perda de peso na água:

$$V = \frac{W_a - W_w}{D_w}$$

( $W_a$  é o peso do sujeito fora de água,  $W_w$  é o peso do sujeito na água e  $D_w$  a densidade da água).

Após o cálculo do volume de ar residual nos pulmões e no sistema gastrointestinal, mediante o emprego de procedimentos adequados, o cálculo da densidade corporal por hidrodensitometria resulta da aplicação da seguinte fórmula:

$$Db = \frac{Wa}{\frac{(Wa - Ww)}{Dw} - (RV + 100)}$$

(RV é o volume residual, Wa é o peso do sujeito fora de água, Ww é o peso do sujeito na água, Dw é o peso da água e Dw a densidade da água).

No modelo bicompartimental de composição corporal, como o peso corporal se divide pela massa gorda e pela massa magra, podemos representá-lo do seguinte modo:

$$1/Dc = MG/dMG + MIG/dMIG$$

Segundo Going (1996), a aplicação de equações tendo como base o modelo bicompartimental, depende da assunção de que o corpo humano é composto por dois compartimentos, sendo a densidade da massa gorda constante ( $0.90\text{g/cm}^3$ ) e igualmente constantes as proporções (água corporal total: 73,8%; proteína: 19,4% e mineral: 6,8%) e densidades dos constituintes da massa magra ( $1,1\text{g/cm}^3$ ).

No entanto, Silva *et al.*, (2008) alertam para a necessidade do cuidado a ter em conta quando ocorrem processos fisiológicos que afectam as proporções dos diversos componentes da MIG, pondo em causa os pressupostos da estabilidade da sua densidade, nomeadamente ao longo do processo de crescimento, afectando o respectivo valor de densidade, que pode ser inferior ou superior aos presumidos  $1,1\text{g/cm}^3$ .

As fórmulas mais simples e mais comuns para o cálculo da massa gorda com base na densidade corporal, a partir de um modelo bicompartimental, são a equação de Siri (1956) e a equação de Brozek *et al.*, (1963), com valores de estimação da massa gorda muito aproximados (Lohman *et al.*, 1996):

$$\%MG = \left( \frac{4.95}{Dc} - 4.50 \right) 100 \quad \text{Siri, 1956}$$

$$\%MG = \left( \frac{4.570}{Dc} - 4.142 \right) 100 \quad \text{Brozek et al., 1963}$$

Going (1996) sugere a utilização de uma equação modificada a partir da de Siri (1956) para estimar a % de massa gorda a partir da densidade corporal, quando não é possível recorrer a um modelo multicompartimental:

$$\%BF = [C1/Db - C2].100$$

Lohman, 1989

C1 e C2 assumem valores de referência de densidade das fracções de massa magra para a população em estudo, de acordo com a seguinte tabela:

**Tabela 2.5.** Valores de referência de densidade das fracções de massa magra para a população pediátrica (Adaptada de Going, 1996).

Idade (anos)	Masculino		Feminino	
	C1	C2	C1	C2
1	5.72	5.36	5.69	5.33
1-2	5.64	5.26	5.65	5.26
3-4	5.53	5.14	5.58	5.20
5-6	5.43	5.03	5.53	5.14
7-8	5.38	4.97	5.43	5.03
9-10	5.30	4.89	5.35	4.95
11-12	5.23	4.81	5.25	4.84
13-14	5.07	4.64	5.12	4.69
15-16	5.03	4.59	5.07	4.64
18	4.95	4.50	5.05	4.62

#### 2.2.4.2. Pletismografia

Utilizando os valores de referência para a densidade corporal, podem ser desenvolvidas equações que convertam a densidade corporal (Dc) de um indivíduo, obtida por pesagem hidrostática ou pela pletismografia por deslocamento de ar para calcular o volume corporal, na percentagem de massa gorda.

A pletismografia (PDA) é um método de cálculo do volume corporal, mediante utilização de um pletismógrafo, eliminando a necessidade de submergir totalmente o indivíduo. De acordo com este método, o indivíduo apenas tem que se colocar na água até à altura do pescoço, dentro de um vaso fechado. Requer maior aparato do que no caso da pesagem hidrostática mas não requer instrumentos para a determinação do volume residual. Por isso, de acordo com Going (1996), o volume corporal total pode ser determinado com boa precisão (< 0.3Kg de gordura). Por outro lado, não há necessidade de os indivíduos serem muito colaborantes, havendo grande vantagem para os que se mostrem apreensivos em serem submersos (Going, 1996).

A pletismografia tem sido apontada como um instrumento válido para a avaliação da composição corporal (Sardinha *et al.*, 2006; Ginde *et al.*, 2005), quer em jovens atletas (Silva *et al.*, 2006) quer em sujeitos obesos (Sardinha, Analiza, Minderico e Teixeira, 2006).

Actualmente a massa gorda pode ser avaliada com base num modelo bicompartimental utilizando a PDA para calcular o volume corporal. É uma técnica densitométrica utilizada na avaliação da composição corporal, concebida para estimar o volume e densidade corporais, dispensando a pesagem hidrostática, mas requerendo um pletismógrafo BOD POD® (Life Measurement Inc., Concord, CA, USA).

Consistindo num sistema que utiliza o deslocamento do ar para determinar o volume corporal e, após a sua divisão pelo peso corporal, determinada a respectiva densidade, esta técnica tem vindo a ser amplamente utilizada na determinação da MG e da MIG em grupos diferenciados, pois é enorme a facilidade, rapidez de execução e segurança na sua utilização (os detalhes acerca dos conceitos físicos e princípios operacionais de funcionamento foram descritos em 1985 por Dempster *et al.*).

Este aparelho, frequentemente utilizado como alternativa ao método de pesagem hidrostática, consiste, portanto, num pletismógrafo BOD POD®, estrutura única, com duas câmaras separadas e complementares (uma câmara onde o sujeito se senta e outra de referência, ligeiramente menor) e uma porta exterior que permite ao sujeito entrar e sair do pletismógrafo.

O sistema de ar encontra-se em condições adiabáticas, i.e., a temperatura do ar não permanece constante quando existem alterações de volume e portanto as moléculas tanto podem ganhar como perder energia cinética. Assim, para se medir de forma válida o volume corporal, é desejável minimizar (ou eliminar) os efeitos da roupa, cabelo, pele e volume pulmonar, uma vez que apresentem ar envolvente nas condições isotérmicas (onde a quantidade de ar comprimido diminui o seu volume proporcionalmente ao aumento da pressão). Assim sendo, o sujeito deverá entrar no BOD POD® com o mínimo de roupa possível (fato de banho) e uma touca para o cabelo. A correcção para o volume pulmonar é efectuada através de um procedimento específico de medição do volume de gás torácico, no decorrer do teste.

A MG é calculada assumindo como pressupostos que a) todos os componentes da MIG (água, mineral e proteína) têm uma distribuição proporcional (respectivamente 73,8%, 6,8% e 19,4%), sendo as suas respectivas densidades de 0,9937 g/cm<sup>3</sup> (água), 2,982 g/cm<sup>3</sup> (mineral ósseo), 3,317 g/cm<sup>3</sup> (mineral não ósseo) e 1,34 g/cm<sup>3</sup> (proteína), e b) o valor de 1,1 g/cm<sup>3</sup> para a densidade de MIG foi calculado e assumido como relativamente estável no adulto.

Em virtude dos pressupostos subjacentes à utilização desta técnica, os estudos de validação deste método apresentam resultados que variam em função da população que é utilizada. Sabe-se que ao longo da vida a contribuição dos componentes da MIG varia, pelo que a validade da estimacção da MG obtida por esta técnica, em grupos diferenciados, como crianças e idosos, pode apresentar um erro de estimativa mais elevado (cerca de 2 a 3%).

Heymsfield *et al.* (1990) apontaram a pletismografia como um método aceitável no estudo da composicção corporal com base em modelos 4C (quatro compartimentos).

Contudo, devido à escassa literatura e à dificuldade de utilizar métodos de referência a 4C que utilizem o valor do volume corporal obtido por outra técnica densitométrica (como a pesagem hidrostática) e não através da PDA, pouco se conhece sobre a validade desta técnica na estimacção das alteracções da % de MG, embora se suponha que os erros possam decorrer de potenciais alteracções nos pressupostos já descritos (Silva *et al.*, 2008).

A reprodutibilidade desta técnica na estimacção da % da MG, indicada pelo coeficiente de variacção (medida de dispersão, definida pelo rácio do desvio-padrão em relação à média dos valores obtidos) varia entre 1,7 e 4,5% no cálculo da % de MG (Silva *et al.*, 2008).



### 2.2.4.3. Densitometria com emissão de raios X de dupla energia (DXA)

A densitometria com emissão de raios X de dupla energia é considerada uma técnica avançada para medir a densidade do osso e avaliar a composição corporal (Heyward *et al.*, 1996). Frequentemente usada no diagnóstico da osteoporose (Costa, 2001), analisa o conteúdo mineral ósseo em dois locais mais sujeitos a fractura: coluna (lombar) e fémur (proximal). Tem sido aplicada, mais recentemente, na quantificação da massa gorda (total e percentual) e da massa isenta de gordura (total e percentual).

O seu princípio básico é a utilização de uma fonte de raio X com um filtro que converte um feixe de raio x em picos fotoelétricos de baixa e alta energia que atravessam o corpo do observado. A obtenção da composição corporal é feita pela medida de atenuação dos picos fotoelétricos no corpo, requerendo apenas cinco minutos (aproximadamente) de exposição a uma reduzida radiação de 0,05 a 1,5 mrem, consoante o instrumento utilizado (*Norland, Lunar ou Hologic*), enquanto o sujeito se encontra confortavelmente deitado (decúbito dorsal, mãos em pronação) numa marquesa acoplada ao emissor de raios x (Costa, 2001).

A DXA é uma tecnologia altamente credível, em crescente reconhecimento como método de referência na investigação em composição corporal, apresentando valores estimados de percentagem de massa gorda com boa correlação com os obtidos por hidrodensitometria, constituindo uma excelente alternativa a este método de referência num futuro breve. Como vantagens principais são apontadas a segurança, a rapidez de aplicação, a necessidade de colaboração mínima por parte do sujeito e, acima de todas, incluir a variabilidade individual do conteúdo mineral ósseo (Heyward *et al.*, 1996).

Estes factos são corroborados por Wang *et al.*, que num estudo publicado em 1999 apresentam a DXA como um método promissor para a medição localizada do músculo esquelético (gêmeos, coxa e braços), salientando o baixo custo, o fácil acesso e a reduzida exposição à radiação.

Estudos posteriores (Shih, Wang, Heo, Wang & Heymsfield, 2000; Vilaça *et al.*, 2007) procederam à aplicação deste método para estimar, com fiabilidade, valores de massa muscular e de massa óssea dos membros inferiores.

Também Sardinha *et al.* (2000), estimando a percentagem de massa gorda em 362 sujeitos de idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos de idade, aplicaram a DXA que consideram como vantajosa relativamente a outros métodos indirectos de avaliação da composição corporal, vantagens que se associam, referem, ao facto de não estar limitada pelo pressuposto inerente ao modelo bicompartimental de que a densidade da MIG é constante, representando, assim, um avanço metodológico expressivo.

Recentemente, Rocher, Chappard, Jaffre, Benhamou & Courteix (2008) estimaram a densidade mineral óssea em crianças prepúberes obesas (média de idades de 10.7 e desvio padrão de 1.2) e não obesas (média de idades de 10.9 e desvio padrão de 1.1) para verificar as diferentes adaptações ao peso corporal na estrutura esquelética.

## 2.2.5. Métodos duplamente indirectos

Os métodos duplamente indirectos são validados por um método indirecto, por norma a pesagem hidrostática e a DXA, esta mais recentemente, sendo que os mais utilizados na actualidade em estudos de campo são a bioimpedância e a antropometria (Costa, 2001).

### 2.2.5.1. Impedância bioeléctrica (BIA)

A impedância bioeléctrica ou bioimpedância é um método de avaliação da composição corporal rápido, não invasivo e relativamente barato, cujos princípios foram estabelecidos por Thomasett, investigador pioneiro nos anos 60 do século passado.

A impedância é uma extensão da Lei de Ohm, segundo a qual “ (...) a resistência de um condutor não biológico a uma corrente eléctrica é directamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua secção.”.

Os tecidos biológicos funcionam como condutores e a corrente eléctrica segue o caminho que oferecer menos resistência. A uma frequência de baixa intensidade (~1kHz) a corrente apenas passa pelos fluidos extracelulares mas, a uma frequência mais elevada (500kHz a 800kHz), penetra a membrana celular e passa através dos fluidos intracelular e extracelular (Heyward *et al.*, 1996).

Com a BIA o corpo é sujeito a uma corrente eléctrica de baixa intensidade (50kHz) e a impedância (Z) ou oposição à corrente eléctrica é medida com recurso a um analisador específico, que pode ser de frequência única ou de multifrequência (Sardinha, 2008).

Uma vez que a gordura é um pobre condutor da corrente eléctrica, pela quantidade reduzida de água que contém, a impedância corporal total, medida a uma frequência de 50kHz reflectirá, em primeiro lugar, os volumes de água e os compartimentos de massa muscular contidos na MIG e o volume de água extracelular.

A impedância é uma função da resistência (R) e da reactância ( $X_c$ ) em que  $Z = \sqrt{(R^2 + X_c^2)}$ . A resistência é uma medida de pura oposição da corrente através do corpo, enquanto a reactância, de valor muito menor, é a oposição decorrente da resposta produzida pela membrana celular. Por este motivo R é considerada melhor preditor da MIG (Lohman, 1989) do que Z e alguns modelos de BIA para a estimação da MIG e da água corporal total utilizam o índice de resistência ( $E^2/R$ ), em que E é a estatura do sujeito, em detrimento de  $E^2/Z$ .

O volume total da água corporal poderá ser estimado pelo índice de resistência, na condição de os eléctrodos serem colocados nos tornozelos e nos pulsos, permitindo a aplicação do método mais adequado para calcular, directamente, a MIG e, indirectamente, a MG (total e percentual).

Das inúmeras equações que permitem estimar o volume de água corporal total e a MIG, baseadas quer em modelos generalizados quer em modelos específicos por população, importa reter que a sua selecção e aplicação estarão dependentes, entre outros factores, da idade e da massa corporal do indivíduo (Costa, 2001). Este último, ao constar das equações de estimativa, atenuará uma das grandes limitações deste método que consiste no facto de pressupor que o corpo humano é uniforme no que diz

respeito à sua geometria (Heyward *et al.*, 1996). A escolha de uma equação específica minimizará os erros de predição da MIG.

**Tabela 2.6.** Equações para crianças e adolescentes para estimar a MIG com base na BIA (citado por Costa, 2001).

---

	Raparigas e rapazes de 10 a 19 anos de idade:
<b>Houtkooper <i>et al.</i> (1992)</b>	$MIG = 0,61 (\text{estatura}^2/\text{resistência}) + 0,21 (\text{massa corporal}) + 0,31$

---

	Raparigas e rapazes de 8 a 10 anos de idade:
<b>Lohman <i>et al.</i> (1992)</b>	$MIG = 0,62 (\text{estatura}^2/\text{resistência}) + 0,21 (\text{massa corporal}) + 0,1 (\text{reactância}) + 4,2$

---

A água corporal total poderá ser estimada a partir da medição da impedância porque os electrólitos presentes na água corporal são excelentes condutores da corrente eléctrica. Quando o volume de água corporal total é elevado a corrente flui mais facilmente pelo corpo, i.e., com menor resistência. A resistência eléctrica será mais elevada em indivíduos com grande quantidade de gordura corporal, uma vez que o tecido adiposo se apresenta, por conter menor quantidade relativa de água, como um fraco condutor de corrente eléctrica.

Como a água contida na MIG é relativamente elevada (73,8% no corpo de referência), poderá ser estimada a partir do volume de água corporal total. Indivíduos com valores elevados de MIG e de água corporal total apresentam menor resistência à corrente eléctrica em comparação com os que possuem menores quantidades de MIG.

Heyward *et al.* (1996) recomendam um conjunto de cuidados prévios ao teste que permitem minimizar a influência de alguns factores indutores de erro, a saber:

- Não comer ou beber nas 24 horas anteriores.
- Não praticar exercício nas 12 horas anteriores.
- Urinar trinta minutos antes do teste.
- Não consumir álcool nas 48 horas anteriores.
- Não tomar medicamentos diuréticos nos sete dias anteriores.
- Não testar indivíduos do género feminino que se apercebam estar a reter água durante o estágio do ciclo menstrual em que se encontram.

Relativamente à aplicação do teste indicam, ainda, os seguintes procedimentos:

- Registrar as medidas do lado direito do corpo do indivíduo com este deitado em decúbito dorsal numa superfície não condutora, num local com uma temperatura ambiente de aproximadamente 35°C.
- Limpar com algodão embebido em álcool a pele onde serão colocados os eléctrodos.
- Colocar o eléctrodo proximal na face dorsal do pulso, de modo a que o bordo superior do eléctrodo forme uma bissetriz com a cabeça do cúbito, e na superfície dorsal do tornozelo, de modo a que o bordo

superior do eléctrodo bissecte o maléolo medial e lateral. Uma fita métrica e uma caneta marcadora cirúrgica poderão ser usadas para obtenção de pontos de referência para a colocação dos eléctrodos.

- Colocar o eléctrodo distal na base da segunda ou terceira articulação metacarpo-falângica da mão e metatarso-falângica do pé. Certificar-se de que a distância entre ambos os eléctrodos (distal e proximal) é de pelo menos cinco centímetros.
- Ligar os fios eléctricos aos eléctrodos correspondentes: os vermelhos ao pulso e tornozelo (proximal) e os pretos ao pé e mão (distal).
- Certificar-se de que o sujeito tem os membros superiores e inferiores em abdução, a um ângulo aproximado de 45°, de modo a que não haja contacto entre coxas e entre membros superiores e tronco.

Sobral, Silva e Figueiredo (2007) apontam algumas das variáveis mais frequentemente obtidas através da aplicação da BIA, que se elencam na tabela que se segue:

**Tabela 2.7.** Variáveis obtidas por BIA (adaptado de Sobral *et al.*, 2007).

Variável	Unidade de Medida
Resistência	$\Omega$
Reactância	$\Omega$
Massa gorda	kg
Massa magra	kg
Relação massa gorda/massa magra	
Densidade corporal	g/cm <sup>3</sup>
Proporção Na/K	
Água corporal total	l
% água corporal	
% massa gorda	
% massa isenta de gordura	

O método de BIA apresenta algumas limitações, por considerar que o corpo humano é um condutor homogéneo ou uniforme, o que na realidade não se verifica devido à sua geometria e às propriedades físicas e químicas dos seus constituintes.

Contudo, Fuller *et al.* (1999) mencionaram esta técnica como mais vantajosa na medição da composição de tecidos dos membros inferiores, em indivíduos saudáveis, do que a antropometria.

Grund *et al.* (2000) utilizaram este método em crianças entre os 7 e os 11 anos de idade para avaliar a composição corporal.

Bandini, Must, Phillips, Naumova & Dietz (2004) desenvolveram um estudo longitudinal (quatro anos) com vista à avaliação da hipótese de que valores reduzidos de dispêndio energético em raparigas pré-menarcais constituiria um factor de risco para o aumento da percentagem de massa gorda durante a adolescência, recorrendo à bioimpedância para avaliar esta variável de composição corporal. Concluíram que a sua hipótese não se verificava.

Estudos de reprodutibilidade com recurso a esta técnica indicam coeficientes de variação inferiores a 5% na estimação da percentagem de MG (Sardinha, 2008).

### **2.2.5.2. Antropometria**

A antropometria é definida como a medição do tamanho e proporções do corpo humano (Heyward *et al.*, 1996), compreendendo as medidas simples (massa corporal e estatura), as mediadas compostas (IMC e outras razões como, p. ex., o índice córico), as medidas de circunferências, de diâmetros e de segmentos e as medidas de pregas subcutâneas, a partir das quais se desenvolvem equações de predição da composição corporal e valores de referência para populações específicas.

Amplamente referida em estudos de pequena ou de grande dimensão, a medição de pregas subcutâneas remonta aos princípios do século XX, sendo extensamente utilizada, até aos dias de hoje, para estimar a gordura corporal total. De fácil utilização e baixíssimo custo, tem sido aplicada a estudos epidemiológicos de larga escala, permitindo estimar a distribuição da gordura corporal e a definição de perfis antropométricos. Pressupondo a relação directa entre gordura subcutânea e gordura corporal total (Heyward *et al.*, 1996), permite o desenvolvimento de equações de predição da densidade corporal ou da percentagem de massa gorda, aplicáveis a populações específicas ou generalizadas (Costa, 2001).

Esta técnica requer a aplicação de procedimentos estandardizados por parte de técnicos treinados, sendo a perícia destes uma das principais fontes de erro.

Em indivíduos obesos ou muito musculados a medição de pregas subcutâneas é particularmente complicada pela dificuldade em separar gordura e músculo, pelo que a BIA se apresenta como um método alternativo a considerar (Heyward *et al.*, 1996).

A espessura das pregas é medida com recurso a um adipómetro que assegure o exercício de uma pressão constante de  $10\text{mg/cm}^2$  por parte das duas molas que o compõem, devendo, portanto, garantir-se a sua calibração regular. Os mais comuns são o americano *Lange* e o inglês *Harpender* (Heyward *et al.*, 1996).

### **2.2.5.3. Interactância de Infravermelho (NIR)**

A NIR tem sido usada desde 1968 para medir o conteúdo de proteína, gordura e água dos produtos agrícolas. Em 1964, Conway, Norris e Bodwell iniciaram a aplicação desta tecnologia ao estudo da composição corporal, concluindo que a predição de percentagem de gordura corporal tinha sido realizada, com sucesso (Costa, 2001), numa pequena amostra de 17 sujeitos.

É, portanto, um método relativamente novo aplicado na estimação da composição corporal que, apesar de possuir potencial para se constituir como alternativa aos métodos de medição de pregas e de BIA, ambos validados ao longo de anos de inúmeras investigações, se encontra, ainda, numa fase de desenvolvimento.

Recorrendo a um instrumento portátil de fácil manuseamento, são obtidas medidas relativas aos componentes de gordura e água do corpo do sujeito.

Heyward *et al.* (1996) aconselham cautela na aplicação das equações correntemente propostas para a obtenção de valores de composição corporal com base na NIR.

### 2.3 Aptidão física

A aptidão física ligada à saúde é entendida como “ (...) a capacidade de realizar as actividades do quotidiano com vigor e energia e demonstrar traços e capacidades associados a um baixo risco de desenvolvimento prematuro de distúrbios orgânicos provocados pela falta de actividade física” (Pate, 1988).

O desenvolvimento da aptidão física pela prática de actividade física promove a saúde, pelas alterações produzidas ao nível da composição corporal (aumento da MIG e diminuição da percentagem de gordura corporal), menor susceptibilidade às doenças e melhoria do auto-conceito (Malina, 2009). Reduzir a quantidade de gordura e aumentar a quantidade de massa muscular constituem, portanto, anseios normais entre os praticantes de exercício físico, considerado como “ (...) a parcela [de actividade física] realizada (auto ou heteroprescrita) com o objectivo de adquirir um determinado nível de “forma física”” (Bouchard, 1993).

A aptidão física será determinada pela quantidade e intensidade da actividade física praticada, daqui resultando o nível de estado de saúde do indivíduo (Böhme, 1993).

As doenças hipocinéticas, relacionadas com um estilo de vida sedentário poderão, assim, ser prevenidas pela elevação do nível de aptidão física (Costa, 2001), pelo que o objectivo primordial no seu desenvolvimento será a diminuição dos factores de risco para a saúde, entre os quais se destaca a obesidade.

Existem diversas baterias de testes para avaliar a aptidão física de crianças e jovens, das quais se distinguem pela sua vasta utilização as que se seguem:

- AAHPERD *Physical Best Fitness Program*
- PCFPF *President's Challenge Physical Fitness Program*
- *Prudential Fitnessgram*
- NCYFS *National Children and Youth Fitness Study Test*.

A bateria Fitnessgram avalia três componentes da aptidão física: a aptidão aeróbia (teste do vaivém, teste da milha e teste da marcha), a aptidão muscular (força e resistência muscular e flexibilidade – “sit-ups”, “seat-and-reach” e extensões dos membros superiores) e a composição corporal (IMC e medição de pregas subcutâneas).

Recentemente Kim *et al.* (2005) utilizaram testes de aptidão física da bateria Fitnessgram para avaliar a relação entre aptidão física e a prevalência de sobrepeso ( $IMC \geq$ percentil 85) e obesidade ( $IMC \geq$ percentil 95), num estudo longitudinal em crianças e jovens (5-14 anos de idade), apontando resultados que sugerem uma associação inversa entre sobrepeso e obesidade e aptidão física.

Gutin, Yin, Humphries & Barbeau (2005) avaliaram a relação entre aptidão cardiovascular e percentagem de gordura corporal em jovens entre os 14 e os 18 anos de idade, numa amostra de 421 sujeitos, encontrando uma associação elevada ( $r = -0,69$ ,  $p \leq 0,001$ ) entre ambas as variáveis.

Ara *et al.* (2006) num estudo longitudinal (3.3 anos) avaliaram a aptidão física e a adiposidade em dois grupos de 42 jovens com idades iniciais de 9.4 anos (desvio padrão=1.4), agrupados em activos e não activos, apresentando resultados que sugerem que os sujeitos mais activos, com pelo menos três horas semanais de actividade desportiva, apresentam valores de adiposidade menores e mantêm o seu nível de aptidão física ao longo do tempo de duração do estudo.

Huang & Malina (2006), num estudo entre jovens tailandeses de idades compreendidas entre os 8 e os 19 anos, relataram valores mais elevados de aptidão física entre sujeitos com menor percentagem de massa gorda.

Minck, Ruitter, Mechelen, Kemper & Twisk (2000) avaliaram jovens de ambos os sexos, em diversas componentes da aptidão física, desde os 13 anos até atingirem 27 anos de idade, registando uma relação inversa entre gordura corporal e aptidão física.

## **2.4. Actividade física**

### **2.4.1. Definição e classificação**

A actividade física é “ (...) qualquer movimento do corpo, produzido pela musculatura esquelética, que resulte num aumento do dispêndio energético” (Caspersen *et al.*, 1985).

O dispêndio energético divide-se em três (ou quatro no caso de indivíduos em processo de crescimento) grupos: metabolismo basal (50 a 70%), termogénese induzida pelos alimentos (8 a 10%) e dispêndios facultativos com as várias actividades – actividade física e actividade mental (Barata, 2008).

A actividade física é a que mais pode variar, podendo inclusivamente duplicar as necessidades calóricas por dia, devendo considerar-se duas parcelas: o dispêndio com o exercício estruturado e o dispêndio com as actividades motoras espontâneas incluídas no dia-a-dia das pessoas (NEAT das abreviaturas *Non-Exercise Activity Thermogenesis*) que pode, sendo elevada, associar-se a níveis de dispêndio superiores aos da actividade física estruturada (Barata, 2008).

A actividade física pode classificar-se em termos energéticos em ligeira, moderada ou intensa, de acordo com a sua correspondência em MET (unidade de correspondência metabólica:  $1MET = 3,5ml/kg/min$ ).

**Tabela 2.8.** Classificação energética da actividade física aplicável a populações sedentárias ou não desportivas (adaptado de Barata, 2008).

<b>Classificação</b>	<b>MET</b>
<b>Ligeira</b>	<3
<b>Moderada</b>	3 a 6
<b>Intensa</b>	>6

A actividade física é recomendada para melhorar a saúde e reduzir o risco de diversas doenças, tais como doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, osteoporose, obesidade e certos tipos de cancro, pelo que a avaliação do seu padrão, duração e intensidade se torna essencial para uma intervenção com vista à sua incrementação (Bonomi, Goris, Yin & Westerterp, 2009).

#### **2.4.2. Quantificação**

A actividade física pode ser quantificada, tendo como base a relação entre as necessidades energéticas para o metabolismo basal e o dispêndio energético (Barata, 2008), permitindo a comparação de níveis de actividade física necessária para diversas situações e, ainda, classificar os indivíduos relativamente à sua actividade física em diferentes níveis (de sedentário a muito activo).

Matthews, Ainsworth, Thompson & Bassett (2002) avaliaram 122 adultos (18-79 anos de idade) com recurso à acelerometria e registaram resultados que indicam que os sujeitos são menos inactivos ao fim-de-semana, sobretudo ao sábado.

**Tabela 2.9.** Valores de referência de PAL (em inglês *Physical Activity Level*) de um indivíduo (adaptado de Barata, 2008).

<b>PAL</b>	<b>Significado</b>
<b>1,4 - 1,55</b>	Sedentário
<b>1,55 - 1,65</b>	Pouco activo
<b>1,65 - 1,8</b>	Moderadamente activo
<b>1,8 - 2,0</b>	Activo
<b>&gt;2,0</b>	Muito activo

#### **2.4.3. Tendência actual**

De um modo geral a actividade física tem sofrido decréscimos causados por alterações do estilo de vida, às quais o desenvolvimento tecnológico não é alheio, traduzido num desequilíbrio entre o consumo alimentar e o dispêndio energético, encontrando-se na origem de 95% dos casos de obesidade (Barata, 2008). De acordo com Zahner *et al.* (2006) a obesidade infantil é o resultado deste desequilíbrio entre ingestão energética e



dispêndio energético, sendo a inactividade física o factor que contribui em maior grau para esta realidade, relacionando-se intimamente com a saúde óssea, a doença cardiovascular, a aptidão física e factores de ordem psicológica.

A tendência para um decréscimo da actividade física tem sido seguida, portanto, pela população pediátrica (Dollman, Norton & Norton, 2005; Eisenmann, Katzmarzyk & Tremblay, 2004).

Dollman *et al.* (2005) analisaram esta tendência global para o aumento de problemas relacionados com a obesidade infantil, questionando se a sua origem se relaciona com excessos de consumo energético ou com a diminuição do dispêndio energético, analisando diversos estudos desenvolvidos na área. Concluíram que o contexto em que a actividade física se desenrola - transporte activo, educação física escolar e desporto organizado - tem sofrido uma diminuição em muitos países. Mais acrescentaram que os jovens, ainda que desejosos de serem activos, se encontram constrangidos por factores de ordem externa tais como a política escolar curricular, as regras impostas pela família relacionadas com a segurança e o ambiente físico.

Padez *et al.* (2004) alertaram para a prevalência de excesso de peso e obesidade na ordem dos 31,5% entre crianças dos 7 aos 9 anos de idade em Portugal.

#### **2.4.4. Avaliação**

A avaliação da actividade física, sobretudo entre a população pediátrica, relaciona-se intimamente com o facto de ser determinante para uma intervenção comportamental na área do exercício e da saúde, nomeadamente na prescrição dietética (Sardinha *et al.*, 2000), visando a eliminação de factores de risco dos quais se salientam a inactividade e a obesidade.

Spadano, Must, Dallal & Dietz (2005), num estudo longitudinal envolvendo 28 meninas, registaram um aumento dos níveis de sedentarismo entre as idades de 10 e 15 anos.

Gutin *et al.* (2005), num estudo envolvendo jovens de idades compreendidas entre os 17 e os 25 anos, apuraram resultados que sugerem uma associação entre, por um lado, índices elevados de aptidão, física e cardiovascular, e valores mais baixos de percentagem de MG e, por outro lado, quantidades elevadas de actividade física de intensidade moderada e vigorosa.

Ness *et al.* (2007) avaliaram a actividade física de jovens por acelerometria e encontraram uma relação forte entre períodos de 15 minutos de actividade física moderada a vigorosa e baixos níveis de obesidade bem como, por sua vez, desta com elevados valores de tempo total de actividade física.

Craig, Bandini, Lichtenstein, Schaefer & Dietz (1996) num estudo envolvendo meninas entre os 8 e os 11 anos de idade concluíram que a intensidade da actividade física poderá ser mais determinante para baixos níveis de colesterol de baixa densidade (LDL) do que a energia dispendida.

Pfeiffer *et al.* (2006) avaliaram o dispêndio energético em 74 raparigas entre os 13 e os 14 anos de idade, verificando variações do dispêndio energético em actividades

físicas de intensidade mais baixa, facto que aconselham a ter presente sobretudo na prescrição de actividade física.

Mediante a aplicação de instrumentos de medição adequados torna-se possível quantificar e padronizar a actividade física habitual, sendo os acelerómetros e os diários apresentados como dos mais práticos no estudo de crianças e jovens (Harro e Riddoch, 2000).

O acelerómetro tem sido alvo de validação para a avaliação da actividade física em inúmeros estudos (Crouter, Churilla & Basset, 2006; Crouter, Clowers & Basset, 2005; Hoss, Kuipers, Gerver & Westerterp, 2004; Hendelman, Miller, Bagget, Debold & Freedson, 2000; Eston, Rowlands & Ingledew, 1998). Crouter (2006) aponta-o como um dos dispositivos mais amplamente utilizados no NHANES IV (EUA).

Dencker *et al.* (2006) avaliaram a actividade física diária de crianças entre os 8 e os 11 anos de idade, com recurso à acelerometria, tendo estabelecido uma relação inversa entre minutos de actividade física vigorosa e valores de percentagem de MG, sugerindo que baixos níveis de actividade física poderão contribuir para a obesidade infantil.

Num outro estudo com recurso à acelerometria, envolvendo crianças de idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos, Ekelund *et al.* (2004) apuraram que os sujeitos que acumularam valores de actividade física moderada diária superiores a duas horas apresentaram valores de gordura corporal inferiores aos que apenas acumularam menos de uma hora.

Zahner *et al.* (2006) num estudo longitudinal envolvendo 535 crianças e jovens estudantes de idades compreendidas entre os 6 e os 13 anos de idade, avaliaram os efeitos da seguinte intervenção: os sujeitos praticaram, durante um ano, actividades extraordinárias de Educação Física, num total de cinco aulas por semana (mais três do que os restantes alunos das escolas intervenientes). Os resultados apontaram para um aumento da actividade física (avaliada por acelerometria) e da aptidão aeróbia (avaliada com o teste de vaivém de 20m) e para a diminuição da percentagem da massa gorda (avaliada por antropometria).

Os diários, designadamente o de 3 dias proposto por Bouchard *et al.* (1983), possibilitam o enriquecimento de dados que caracterizam o padrão da actividade física, como, por exemplo, o contexto em que decorre.

#### **2.4.4.1. Acelerometria**

A acelerometria mede três dimensões da actividade física: intensidade, frequência e duração, mediante a utilização de aparelhos electrónicos munidos de sensores que captam oscilações de movimento resultantes do deslocamento do centro de gravidade. Possibilita uma medição directa e objectiva com vista à estimação do total de energia dispendida, apresentando-se como uma alternativa a considerar seriamente na avaliação da actividade física em adolescentes, porquanto largamente utilizada há mais de duas décadas como se pode inferir pelo incremento de publicações de estudos, sobretudo a partir de 2000.

A escolha do tipo de sensor, uniaxial ou triaxial, dependerá sempre da população e dos objectivos do estudo e não da qualidade da informação produzida (Freedson, Pober & Janz, 2005), pois ambos apresentam boa fiabilidade, boa correlação com a calorimetria (directa e indirecta) e com o método de água duplamente marcada (métodos de referência).

É um método vantajoso por se apresentar aplicável a qualquer faixa etária, em situação laboratorial ou no terreno, não invasivo, permitindo a fácil recolha e análise da informação produzida, quer em largos períodos de tempo quer em períodos mais curtos (de minuto a minuto), sendo impossível a reprogramação por parte do sujeito observado.

No entanto, há a considerar os custos elevados que comporta, bem como, por outro lado, a imprecisão associada à avaliação de certas actividades por não fornecer informações sobre o contexto em que decorrem.

Em cada segundo o acelerómetro regista dez oscilações de movimento. Se for seleccionado um intervalo de registo (*epoch*) de um minuto, o acelerómetro registará seiscentas oscilações e apresentará, apenas, o valor médio.

A opção do *epoch* é particularmente pertinente no caso de crianças e jovens, pois a actividade física, nesta faixa etária, caracteriza-se de um modo geral por picos de intensidade vigorosa a muito vigorosa que duram apenas alguns segundos em cada minuto. O valor médio apresentado pelo acelerómetro diluirá o significado da porção de actividade física de intensidade vigorosa e muito vigorosa no minuto medido, resultando subestimação do dispêndio energético.

A escolha do intervalo de dias e horas de observação deverá obedecer a alguns critérios, nomeadamente aos de cariz metodológico mencionados nos estudos de referência, pressupondo, no entanto, que um grau de exigência elevado nos critérios de inclusão dos sujeitos observados põe em risco o *n* da amostra. Em crianças e jovens a duração do período de observação estará dependente da maior variabilidade da actividade física que caracteriza esta faixa etária e das características dos sujeitos (idade, “estilo de vida”, etc.) em estudo. Não deverá ser descurado que a fiabilidade dos dados aumenta à medida que o número de dias e de horas de observação aumentam (até um máximo de quatro dias e nove horas, respectivamente).

#### **2.4.4.1. O diário de 3 dias**

O diário de 3 dias de Bouchard *et al.* (1983) tem sido usado por diversos autores para estimar o dispêndio energético diário (total e em actividades físicas de intensidade moderada a vigorosa) em jovens de ambos os sexos (Bratteby, Sandhagen, Fan & Samuelson, 1997; Wickel & Eisenmann, 2005).

O diário regista a actividade física em três dias por semana (dois durante a semana e um ao fim de semana). Cada dia é dividido em 96 períodos de 15 minutos, e para cada um destes períodos os sujeitos colocam um valor categorial de 1 a 9 representando a actividade dominante. Quando surge mais do que um valor no espaço de 15 minutos, deve optar-se pelo valor médio ou, no caso de os valores serem consecutivos, a opção recairá sempre pelo valor mais baixo. Os valores categoriais têm correspondência numa tabela de dispêndio energético em Kcal/kg/min: (1) repouso,

0.26 kcal/kg/15min; (2) sentado, 0.38/kcal/15min; (3) actividades ligeiras de pé, 0.57/kcal/15min; (4) andar devagar, 0.69/kcal/15min; (5) trabalho físico ligeiro, 0.84kcal/kg/15min; (6) actividades desportivas e de lazer em ambiente recreativo, 1.20kcal/kg/15min; (7) trabalho físico moderado, 1.40kcal/kg/15min; (8) actividades desportivas e de lazer de intensidade vigorosa, 1.50/kcal/15min; (9) trabalho físico vigoroso e actividades desportivas competitivas, 1.95/kcal/15min. Deste modo torna-se possível estimar o dispêndio energético diário. As actividades das categorias 6 a 9 (>4.8 METS) foram classificadas de intensidade moderada a vigorosa (Katzmarzyk *et al.*, 1998).

## **2.5 Ingestão alimentar**

### **2.5.1. Balanço energético**

As necessidades alimentares ou energéticas de uma pessoa são as que lhe permitem desempenhar todas as actividades que necessita e manter boa saúde e peso, no caso de este ser adequado (Barata, 2008).

Um balanço energético diz-se positivo, neutro ou negativo num determinado intervalo de tempo, quando o teor calórico dos elementos ingeridos é superior, igual ou inferior às necessidades energéticas nesse mesmo período de tempo. Sendo positivo, estará na origem do armazenamento de reservas metabólicas e, em última instância, da obesidade (Barata, 2008).

Zahner *et al.* (2006) apontam a obesidade infantil como fruto de um desequilíbrio prolongado entre o consumo e o dispêndio de energia.

Sardinha *et al.* (2000) reconhecem que o tipo de alimentação determinada pelo envolvimento tem uma função determinante na crescente epidemia da obesidade que se verifica na sociedade ocidental.

Hassapidou, Fotiadou, Maglara & Papadopoulou (2006), num estudo envolvendo jovens adolescentes de ambos os sexos, obesos e não obesos, referem que todos os sujeitos apresentam consumos de gordura acima dos valores recomendados. Por outro lado, o consumo total de hidratos de carbono em gramas é superior em indivíduos não obesos. O consumo de fibras é inferior por parte dos rapazes obesos e o de legumes, vegetais e frutas é inferior para ambos os sexos em obesos.

Zalilah, Khor, Mirnalini & Norimah (2006) avaliaram a ingestão alimentar de 618 sujeitos de ambos os sexos, entre os 11 e os 15 anos de idade, apurando resultados que indicam que sujeitos sobrepesados, classificados por IMC com valores de referência adaptados para adolescentes (prevalência de sobrepeso:  $IMC \geq$  percentil 85 e obesidade:  $IMC \geq$  percentil 95), ingerem menos calorias por quilo de massa corporal do que os normoponderais. Contudo, tanto sobrepesados como normoponderais ingerem valores mais elevados de gordura e de hidratos de carbono do que os recomendados (30% e 55%, respectivamente).

Deheeger, Rolland-Cachera & Fontvieille (1997), num estudo longitudinal envolvendo 86 crianças saudáveis, aplicaram um método retrospectivo (história alimentar) para estimar o consumo individual dos sujeitos, concluindo que apesar do grupo de crianças mais activas (classificadas com base num questionário validado para

o efeito por Kriska *et al.*, 1990) ter um consumo energético mais elevado, este corresponder a um maior aporte de hidratos de carbono em detrimento de lípidos, apresentando valores mais baixos de gordura corporal.

### **2.5.2. Avaliação do consumo**

Existem três grupos de técnicas para avaliar a energia ingerida (Barata, 2008), que é mais difícil de quantificar do que a dispendida, a saber:

- A câmara metabólica, em que um indivíduo se encontra fechado num espaço, um calorímetro, p. ex., havendo o registo de todos os alimentos que lhe são fornecidos e ingeridos, constituindo-se, apesar de muito preciso, bastante artificial.
- A observação constante, através dos mais diversos modos (câmaras, registo de todos os produtos alimentares adquiridos, etc.), menos artificial do que a anterior mas muito invasiva em termos psicológicos.
- Os questionários e os diários, que podem ter associados alguns problemas como, por exemplo, o registo de valores inferiores aos reais por parte de indivíduos obesos.

Um correcto diagnóstico nutricional deverá combinar dados provenientes de diversas áreas: clínica, dietética, bioquímica e antropométrica, pela relação íntima que se verifica entre o consumo de nutrientes e respectivo padrão alimentar de um indivíduo com a sua saúde (Barata, 2008).

O questionário de frequência alimentar (QFA) consiste numa lista de perguntas fixas efectuadas pela mesma ordem e relativas à frequência de consumo de certos tipos de alimentos, do tipo abertas ou fechadas (preferíveis por facilitarem o preenchimento e a standardização), de carácter geral (com muitos itens por envolver todos os alimentos consumidos) ou selectivo (poucos itens referentes apenas a alguns alimentos consumidos) e de tipo simples (não refere quantidades, apresentando pouco interesse) ou quantitativo.

Deverá garantir alguns princípios de aplicação, a saber: categorias contínuas de frequência, tamanhos de porções de acordo com o padrão alimentar da população e com o máximo de hipóteses de escolha, estar validado por comparação com um método mais fidedigno (método de pesagem dos alimentos, p. ex.) e pré-testado, para garantir adequação terminológica e porções-tipo, entre outros factores, à população em estudo.

O QFA elaborado pelo Serviço de Higiene e Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto permite categorizar a ingestão energética e a generalidade dos nutrientes avaliados. Apesar de extenso, garante os princípios de aplicação atrás citados. De carácter geral, inclui oito grupos de alimentos com afinidades de composição nutricional (I – produtos lácteos; II – ovos, carnes e peixes; III – óleos e gorduras; IV – pão, cereais e similares; V – doces e pastéis; VI – hortaliças e legumes; VII – frutos; VIII – bebidas e miscelâneas), num total de 86 itens, possibilitando a quantificação de outros que não se encontrem discriminados na listagem mas que façam parte do consumo habitual dos inquiridos. As porções médias foram adoptadas com base nos consumos presumidos para a população portuguesa, considerando-se nove possibilidades de frequência de ingestão (categoria 1: “nunca ou

menos de uma vez por mês”; categoria 2: “uma a três vezes por mês”; categoria 3: “uma vez por semana”; categoria 4: “duas a quatro vezes por semana”; categoria 5: “cinco a seis vezes por semana”; categoria 6: “uma vez por dia”; categoria 7: “duas a três vezes por dia”; categoria 8: “quatro a cinco vezes por dia”; categoria 9: “seis ou mais vezes ao dia”) e sazonalidade, assinaladas de acordo com a porção média do alimento previamente definida. Para melhor determinar a porção ingerida de alimento, o QFA é acompanhado de ajudas visuais, através de um álbum fotográfico, com noventa fotografias coloridas, permitindo a escolha de múltiplos ou submúltiplos da quantidade média.

## CAPÍTULO III

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Amostra

A amostra foi constituída por 22 raparigas caucasianas pubertárias com ocorrência de menarca há menos de um ano, residentes na vila de Condeixa-a-Nova (Coimbra), estudantes na Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos de Condeixa-a-Nova, com idades compreendidas entre os 11.01 e os 15.17 anos (média=13.9; desvio padrão= $\pm 0.9$ ).

#### 3.2. Variáveis

##### 3.2.1 Antropometria

Todas as medidas foram efectuadas pelo mesmo antropometrista no Laboratório de Biocinética da Faculdade do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, que adoptou as recomendações processuais apresentadas por Lohman *et al.* (1988).

##### 3.2.1.1. Tamanho corporal

###### Massa corporal

Os sujeitos efectuaram a pesagem descalços e apenas com fato-de-banho ou calções e “t-shirt”, tendo sido utilizada uma balança SECA (modelo 707), sendo os dados expressos em quilogramas (kg) com valores aproximados a 0.1kg.

###### Estatura

Os valores foram obtidos com recurso ao *portable stadiometer Harpenden*, expressos em centímetros (cm) com aproximação de 0.1cm.

Os sujeitos foram instruídos para assumir a posição antropométrica de referência: de pé, imóveis e descalços, encostando-se ao estadiómetro e mantendo os membros superiores naturalmente ao lado do tronco, realizando uma inspiração profunda. Foi garantida por parte do observador a ortogonalidade da linha de *Frankfurt* em relação à escala.

###### Altura sentado

Os sujeitos sentaram-se na *Harpenden sitting height table*, tendo o observador procedido ao nivelamento da plataforma para os apoios e do comprimento da superfície de apoio. Tal como na medição da estatura, os sujeitos assumiram a posição antropométrica de referência, com a excepção para o facto de se encontrarem sentados e não de pé.

Os valores obtidos foram expressos em centímetros (cm) com aproximação a 0.1cm.

### Índice córico

O rácio entre a estatura sentado e a estatura, que informa sobre a percentagem de estatura que é explicada pela medida longitudinal do tronco e da cabeça, foi determinado pela fórmula que se segue, sendo os valores expressos percentualmente:  $(\text{altura sentado}/\text{estatura}) \times 100$ .

### Índice de massa corporal (IMC)

O IMC, expresso em  $\text{kg}/\text{m}^2$  foi obtido pela equação:  $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura}^2(\text{m})$ .

### **3.2.1.2. Pregas de gordura subcutânea**

Foram avaliadas as pregas de gordura subcutânea recorrendo-se a um adipómetro *Lange* (Cambridge, MD, USA), procedendo-se a duas medições não contínuas para cada uma das seguintes pregas: tricípital, subescapular, suprailíaca, abdominal, bicipital, crural e geminal medial.

A recolha dos valores de cada prega, expressos em milímetros (mm) e com um intervalo de diferença inferior a 2mm para cada um dos pares de valores. Foi realizada por um antropometrista experimentado do Laboratório de Biocinética acima referido (Universidade de Coimbra).

#### Prega tricípital

A prega tricípital assume uma orientação vertical na face posterior do braço direito e foi medida ao mesmo nível da circunferência braquial ( a meia distância entre os pontos acromial da omoplata e olecraneano do cúbito).

#### Prega bicipital

Esta prega, que assume uma orientação vertical na face anterior do braço direito, foi medida com recurso aos mesmos pontos de referência da prega tricípital.

#### Prega subescapular

A prega assume uma orientação oblíqua (olhando para baixo e para fora) mesmo abaixo do vértice inferior da omoplata direita, sendo medida, portanto, na região posterior do tronco.



### Prega suprailíaca

Esta prega oblíqua foi medida imediatamente acima da crista ilíaca, a dois centímetros do seu bordo superior, ao nível da linha midaxilar, acompanhando a orientação das fibras do músculo grande oblíquo.

### Prega abdominal

Esta prega foi medida dois centímetros ao lado (esquerdo) da cicatriz umbilical.

### Prega crural (anterior)

A prega de gordura foi medida na linha média da coxa direita dos sujeitos, na sua face anterior, ao nível da medição da circunferência no terço médio da coxa (a meia distância entre o sulco inguinal e o início da patela). O observado manteve-se sentado na ponta de uma cadeira, de modo a que a superfície de apoio não contribuísse para a compressão da massa muscular na região média da coxa.

### Prega geminal medial

Esta prega vertical foi medida na face interna (medial) da perna, na zona de maior perímetro, aproximadamente ao nível do plano transversal de medição da circunferência geminal máxima, com a articulação do joelho flectida em ângulo recto (90°).

O observado assumiu a posição descrita para a recolha dos valores da prega crural.

## **3.2.1.3. Medidas antropométricas compostas**

### Percentagem de massa gorda

Com base nas medidas anteriormente descritas, determinámos a percentagem de massa gorda recorrendo às equações publicadas em 1988 propostas por Slaughter *et al.*, que a seguir transcrevemos:

Raparigas púberes (soma das pregas tricipital e subescapular <35mm)

$$1.33 (\text{TRIC}+\text{SUB}) - 1.33 (\text{TRIC}+\text{SUB})^2 - 2.5$$

Raparigas púberes (soma das pregas tricipital e geminal medial <35mm)

$$1.33 (\text{TRIC}+\text{SUB}) - 1.33 (\text{TRIC}+\text{SUB})^2 - 2.5$$

### Somatório das pregas de gordura subcutânea

Variável expressa em milímetros relativa à soma aritmética dos valores obtidos pela medição das sete pregas acima mencionadas.

#### **3.2.2. Bioimpedância**

A avaliação da composição corporal foi efectivada por BIA, com recurso a um analisador de frequência múltipla de método clássico mão-pé (*Akern*, modelo BIA101, *Akern Srl, Florence, Italy*, 2004) previamente calibrado para os valores de referência, no Laboratório de Biocinética da FCDEF-UC.

Aos sujeitos foi requerido o cumprimento de alguns pré-requisitos, de modo a garantir que o seu estado de hidratação estivesse em homeostase:

- Não realizar exercício físico nas 24 horas precedentes;
- Estar em jejum ou pelo menos 4 horas sem comer ou beber;
- Não ingerir diuréticos (chá, café);
- Não beber álcool nas 48 horas anteriores;
- Esvaziar bexiga e intestinos.

Adicionalmente, solicitou-se que retirassem objectos metálicos do corpo (brincos, fios, etc.) e garantiu-se uma temperatura média ambiente de 23°C.

Posteriormente, os sujeitos foram, um a um, deitados na posição de supinação com os membros superiores e inferiores em abdução com um ângulo de 45°, durante dez minutos. Após limpeza da pele com álcool, foram colocados quatro eléctrodos nas superfícies dorsais da mão e do pé esquerdo.

Os eléctrodos injectores foram colocados no dorso da mão, na linha média próxima da articulação metacarpo-falângica e no dorso do pé na linha média próxima da articulação metatarso-falângica. Os eléctrodos receptores foram colocados na linha média do pulso entre as proeminências distais do rádio e do cúbito e, no tornozelo, na linha entre os maléolos.

Assim, foram estimados os valores das seguintes variáveis: água intracelular (total e percentual) e água extracelular (total e percentual) e, subsequentemente, MIG (total e percentual) e MG (total e percentual), massa celular (total e percentual) e massa muscular (total e percentual). Foram igualmente estimados os valores de metabolismo basal (Kcal).

#### **3.2.3. Aptidão física**

A avaliação das variáveis que compõem esta dimensão, a jusante descritas, foi realizada tendo como referência as baterias de testes *Fitnessgram* (2002).

Recorreu-se a quatro provas motoras de aptidão física para avaliar um conjunto de capacidades funcionais que se acredita associadas à saúde, nomeadamente à aptidão aeróbia (prova de 20m Shuttle Run, também conhecida como PACER e prova da milha, 1609m) e à aptidão muscular (prova de “sit-ups” em 60 segundos e “sit-and-reach”).

Estas provas foram utilizadas em algumas pesquisas em Portugal (Rodrigues, 2001; Henriques, 2000), sendo facilmente consultáveis em Machado Rodrigues (2005).

A aplicação destas provas foi feita em várias sessões, por grupos de alunas, mediante a sua disponibilidade, precedidas sempre da instrução dos procedimentos específicos relativos a cada uma, realizando-se apenas uma execução por teste.

### Prova da milha (1609m)

Os sujeitos foram instruídos para atingirem o máximo de seu desempenho, i.e., realizar a distância de 1609 metros no menor tempo possível. A prova decorreu no espaço plano exterior adjacente ao pavilhão desportivo da escola frequentada pelas alunas em observação, em piso de alcatrão, encontrando-se aquelas devidamente equipadas com vestuário e calçado desportivos.

Foi realizada uma activação prévia de cerca de dez minutos, bem como constituídos dois grupos, com funções alternadas de realização da prova e de observação. Às alunas, enquanto observadoras, foi solicitado que estimulassem as colegas que realizavam a prova, de modo a contribuir para que fosse alcançado o seu objectivo.

Esta prova serviu para testar a resistência cardiorespiratória dos sujeitos e os valores obtidos foram registados, em suporte de papel, após mensuração com recurso a um cronómetro digital e posteriormente convertidos em segundos. Adicionalmente, foi registada a frequência cardíaca (FC) após a prova durante quinze segundos. Sempre que uma aluna não cumpriu a distância total prevista o registo correspondente foi 00:00:00.

### PACER

Esta prova foi realizada em dia diferente do da prova da milha, com um intervalo mínimo de uma semana entre ambas.

Às alunas foi explanado o objectivo do teste: correr a máxima distância possível em percursos sucessivos de vinte metros numa direcção e no sentido oposto, de modo contínuo e progressivo, com uma velocidade crescente em períodos consecutivos de um minuto.

Recorreu-se à visualização de um pequeno filme demonstrativo, bem como da audição prévia do CD de suporte à realização da prova. Posteriormente, foi feita uma demonstração da corrida, em particular da fase inicial da prova, de modo a precaver que iniciassem a um ritmo demasiado rápido, evitando, assim, interrupções entre percursos por espera do sinal de retorno.

A prova decorreu no campo de basquetebol do pavilhão desportivo já citado, precedida de uma activação de cerca de dez minutos, com as alunas devidamente equipadas. Foi registado em suporte de papel o número de percursos cumpridos, posteriormente convertidos em metros.

A corrida foi realizada por um máximo de quatro alunas de cada vez, sendo formado dois grupos, um de executantes e outro de observadoras, sendo estas

responsáveis por estimularem as colegas para que alcançassem o máximo do seu desempenho. Cumulativamente, auxiliaram no registo do número de percursos realizados.

#### “Sit-ups”

Os sujeitos realizaram a prova antes do teste da milha, devidamente equipados, no interior do pavilhão desportivo atrás referido, em pares sobre colchões.

Convidadas, após activação, a realizar o maior número de elevações do tronco, a partir da posição de membros superiores cruzados sobre o peito e joelhos flectidos em ângulo recto ou superior, mantendo os pés completamente apoiados no chão e fixos com ajuda da colega, procedeu-se ao registo simultâneo do tempo e do número de vezes que os cotovelos contactaram os joelhos. Durante a execução as alunas foram avisadas, de 15 em 15 segundos, da passagem do tempo.

Esta prova visou avaliar a força e resistência da musculatura abdominal dos sujeitos.

#### “Sit-and-reach”

Esta prova foi realizada antes do teste PACER, valendo-se da caixa métrica e após demonstração acompanhada de explicação.

Os sujeitos foram observados um a um, descalços e sentados com membros inferiores unidos e em extensão, com apoio da zona plantar dos pés na caixa. Foi solicitado que, sem comprometer a posição inicial, flectissem o tronco de forma lenta e progressiva, mantendo os membros inferiores estendidos à frente sobre a fita métrica, tentando tocar no ponto mais longe desta. Foi registado o valor obtido em centímetros (cm), com aproximação a 0.1cm.

Esta prova permitiu avaliar a mobilidade da coluna vertebral e tensão dos músculos dorso-lombares e isquio-tibiais.

### **3.2.4. Actividade física**

Para avaliar a actividade física foram utilizados dois instrumentos distintos: o diário de 3 dias de Bouchard *et al.* (1983) e o acelerómetro uniaxial *Actigraph GTIM*.

#### Diário de 3 dias

O diário de actividade física (AF) proposto por Bouchard *et al.* (1983) e descrito no capítulo II deste documento, foi aplicado aos sujeitos em três dias consecutivos da semana (dois durante a semana, quinta e sexta-feira, e um dia de fim-de-semana, sábado).

O instrumento, em suporte de papel, foi distribuído aos sujeitos após uma sessão de esclarecimento em que foram instruídos, mediante exemplificação, nas tarefas de preenchimento. Esclarecido o objectivo da aplicação do diário, bem como o período de aplicação, pediu-se a consulta da tabela anexa (tabela de actividades físicas com correspondência ao respectivo valor categorial), antes do registo, a lápis, na célula correspondente. Para evitar esquecimentos, solicitou-se o preenchimento faseado do diário (final da manhã e final do dia). Solicitou-se, ainda, o registo de qualquer dúvida para posterior elucidação.

Adicionalmente, requereu-se o contorno do valor categorial registado com a figura de um quadrado, caso correspondesse especificamente a actividades de ecrã (televisão, jogos electrónicos ou mensagens via telemóvel) ou com a figura de um círculo, caso se referisse particularmente a actividades desportivas.

Aos sujeitos pediu-se, ainda, que mantivessem o seu padrão normal de actividade física.

Foram devolvidos todos os diários (22) devidamente preenchidos.

Mediante a aplicação dos valores correspondentes a cada uma das categorias registadas e de acordo com a proposta de Ainsworth *et al.* (1993 e 2000) citada por Rodrigues (2005), o diário permitiu estimar o dispêndio energético diário das alunas, em Kcal, quer o dispêndio total, quer em períodos particulares (dia da semana/fim-de-semana), quer, sobretudo, o dispêndio em actividades de acordo com a sua intensidade (categorias 2-9, de intensidade fraca a muito vigorosa; categorias 6-9 de intensidade moderada a vigorosa, de acordo com Katmarzyk *et al.*, 1998) ou tipo (actividades de ecrã/actividades desportivas).

### Acelerómetro

Foi utilizado o sensor uniaxial *Actigraph GT1M*. Este aparelho, de fácil manuseamento, tem um bom *software* para o tratamento primário dos dados obtidos e apresenta algumas vantagens de utilização por parte do sujeito: é resistente à água, transporta-se à cintura e é pequeno e leve.

As alunas utilizaram o acelerómetro durante um período consecutivo de cinco dias (de quinta-feira à segunda-feira seguinte), sendo dois dias de fim-de-semana e três de semana. O acelerómetro foi-lhes entregue na véspera do primeiro dia, à tarde, após esclarecimento individualizado de alguns procedimentos a cumprir durante a sua utilização: retirar o aparelho apenas para dormir, tomar banho ou nadar; não retirar o sensor da bolsinha protectora; usar o aparelho transportado à cintura (à frente ou atrás do tronco); colocá-lo a partir do dia um (quinta-feira) logo ao acordar; retirar o aparelho antes de deitar no dia cinco (segunda-feira).

Durante os dias de semana do período de utilização foi sistematicamente confirmado se usavam ou não o aparelho ou se havia algum aspecto a ser esclarecido.

Todos os acelerómetros foram devolvidos na terça-feira seguinte ao período de utilização.

Depois da recepção dos acelerómetros contendo os registos correspondentes aos cinco dias de utilização, procedeu-se à transferência dos dados “em bruto” recolhidos pelo *software* associado ao sensor. Para tal, recorreu-se ao programa informático MAHUFFE1702 para os transformar em *scores* com significado interpretativo. Este programa permitiu a definição dos valores de corte correspondentes ao nível de intensidade de actividade física (de ligeira a muito vigorosa) de acordo com as características dos sujeitos, tendo sido consultados os valores de corte de referência por idade, propostos por Fritzen (1995).

O valor critério fundamental para a validação dos dados foi de 600 minutos de observação total por dia. O programa criou um ficheiro, com os dados já analisados para todos os sujeitos em simultâneo, contendo diversas “folhas” com informações minuciosas que permitiram, entre outras, a análise do padrão de actividade física dos sujeitos.

### **3.2.5. Energia ingerida**

O questionário de frequência alimentar (QFA) elaborado pelo Serviço de Higiene e Epidemiologia da Faculdade de Medicina do Porto foi aplicado aos sujeitos em pequenos grupos (3/4 elementos) em tardes de quarta-feira, de acordo com a sua disponibilidade.

As respostas à frequência, porção e sazonalidade do consumo dos alimentos constantes no QFA foram orientadas directamente pela aplicadora, tendo sido apresentadas, quando necessário, referências visuais das porções (catálogo respectivo digitalizado).

Os dados obtidos permitiram, mediante recurso a um programa disponibilizado *online* pelo serviço supracitado, a definição dos valores das variáveis que se seguem: calorias ingeridas (kcal), proteínas (%), hidratos de carbono (%), gordura (%), gordura saturada (%), gordura monoinsaturada (%), gordura polinsaturada (%), colesterol (mg), fibra alimentar (g), etanol (g) e cálcio (mg).

## **3.3 Procedimentos**

O estudo foi desenvolvido após consentimento, solicitado por escrito, quer à Direcção Executiva da Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos de Condeixa-a-Nova quer aos Encarregados de Educação das alunas envolvidas.

A amostra foi seleccionada com base no critério “menina pubertária com menarca há menos de um ano”, na sequência de uma discreta prospecção junto das alunas da escola acima referida, que aderiram ao projecto de livre vontade.

Garantidos os procedimentos agora descritos, deu-se início à concretização dos procedimentos metodológicos já relatados.

### 3.4 Controlo da qualidade dos dados

A avaliação dos sujeitos por antropometria foi realizada por observadores experimentados da FCDEF-UC, tendo sido efectuadas para cada prega duas medições não consecutivas, calculando-se, posteriormente, o coeficiente de fiabilidade e o erro técnico de medida.

O coeficiente de fiabilidade (R), tal como proposto por Mueller *et al.* (1988), pode ser avaliado com recurso à análise de réplicas obtidas num curto espaço de tempo. É expresso em função da proporção estabelecida entre o erro técnico de medida (e) e a variância inter-individual (S), assumindo valores no intervalo [0,1], sendo elevado quando o seu valor se aproxima de 1, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$R = 1 - \left(\frac{e^2}{S^2}\right).$$

Quanto maior a fiabilidade dos procedimentos de medição, menor porção de variância intra-individual estará presente na variância inter-individual.

A variância inter-individual é determinada pela fórmula:

$$S^2 = \frac{n_1 \cdot S_1^2 + n_2 \cdot S_2^2}{n_1 + n_2}$$

( $n_1$  e  $n_2$  são as dimensões amostrais;  $S_1$  e  $S_2$  são o desvio padrão nos momentos 1 e 2).

A determinação do erro técnico de medida pode ser realizada recorrendo à fórmula proposta por Malina *et al.* (1973):

$$r = \left(\frac{\sum Z^2}{2n}\right) \times 0.5$$

(Z é a diferença entre os valores das medidas consecutivas para cada sujeito).

A tabela 1 mostra a média das diferenças das pregas subcutâneas seleccionadas em dois momentos consecutivos (M1 e M2) e os respectivos desvios padrão, bem como o erro técnico de medida (e), a variância combinada (Vc) e o coeficiente de variabilidade (R) dos dados antropométricos da amostra de estudo (n=22).

**Tabela 3.1.** Controlo de qualidade dos dados antropométricos (n=22).

	Erro técnico de medida (e)	Variância combinada (Vc)	Coeficiente de fiabilidade (R)	M1		M2	
				Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Prega tricipital	0.70	41.1	0.99	15.3	6.4	15.2	6.4
Prega bicipital	2.00	26.7	0.85	8.30	5.1	8.1	5.2
Prega crural	3.30	66.9	0.84	22.0	8.5	21.2	7.9
Prega geminal medial	2.80	48.7	0.83	16.6	7.1	16.3	6.9
Prega subescapular	2.40	44.7	0.87	12.0	6.6	11.7	6.8
Prega suprailíaca	3.10	177.1	0.95	18.7	13.6	18.8	13.0
Prega abdominal	3.20	194.0	0.95	19.9	13.7	19.9	14.2

M1 e M2 – momentos de medição 1 e 2

R – coeficiente de fiabilidade para a medida da prega subcutânea

### 3.5 Tratamento estatístico

Os investigadores têm por hábito utilizar uma técnica estatística denominada regressão múltipla, que lhes permite identificar a equação que utiliza a melhor combinação de variáveis medidas para estimar a medida de referência da composição corporal, como por exemplo a densidade corporal ou a massa magra (ex: uma equação pode incluir a soma de três pregas e a idade do indivíduo para estimar a densidade corporal). Uma boa equação de predição garante uma elevada correlação entre as medidas de referência (aquilo que se está a prever) e a combinação de variáveis medidas utilizadas para a sua predição (variáveis de predição).

A correlação, é uma medida da 'qualidade' da aproximação da relação entre duas variáveis por uma recta, ou seja, a correlação mede a 'força' da associação linear entre duas variáveis. O coeficiente de correlação varia entre -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis.

De facto, se uma equação estimasse de forma perfeita os valores de referência de cada indivíduo, todos os pontos dos dados assentariam sobre a recta.

Os estatísticos recomendam um mínimo de 10 a 20 sujeitos por variável preditiva (por exemplo, se uma equação baseada em pregas incluir três preditores o tamanho mínimo da amostra deverá ser de 30 sujeitos). Segundo Heyward *et al.* (1996), equações baseadas em pequenas amostras e que têm um rácio sujeito/preditor pobre são suspeitas e não devem ser utilizadas.

No tratamento estatístico dos dados recolhidos neste estudo foi utilizado o *Statistical Program for Social Sciences – SPSS* (versão 11.0 para *Windows*).

Inicialmente foi calculada a estatística descritiva (valor mínimo, valor máximo, média e desvio padrão) para cada uma das variáveis apresentadas.

Seguidamente, determinou-se o valor estimado das percentagens de massa gorda e massa isenta de gordura com base na fórmula de Slaughter *et al.* (1988) tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores e com somatório inferior a 35mm.

Dispondo dos valores correspondentes tidos como medida critério, dados pela BIA, foram determinados os coeficientes de correlação entre as medidas directa (critério) e estimada. Depois, recorrendo às correlações bivariadas simples, calcularam-se os coeficientes entre as pregas de gordura subcutânea e a medida directa de percentagem de massa gorda.

Ensaiou-se uma equação linear entre os preditores e a % de massa gorda. Alternativamente, forçou-se uma equação linear com os mesmos preditores utilizados por Slaughter *et al.* (1988). Em qualquer dos casos, apreciou-se o seu erro padrão de estimativa.



Por fim, as medidas directa e indirecta, tanto pelas equações de Slaughter *et al.* (1988) como pelas equações geradas pelo presente estudo, foram correlacionadas com as medidas de aptidão física, de actividade física e de ingestão alimentar, tendo em vista a validade do conteúdo do modelo preditivo.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Estatística descritiva nas medidas antropométricas simples e compostas

A tabela 4.1 apresenta a estatística descritiva das variáveis relacionadas com o tamanho corporal.

**Tabela 4.1.** Estatística descritiva para as medidas morfológicas relacionadas com o tamanho corporal (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	anos	11.01	15.17	13.9	0.9
Peso à nascença	g	19.00	4600	3259	585
Massa corporal	kg	33.3	71.2	48.9	9.3
Estatura (1)	cm	139.7	170.2	159.0	8.1
Altura sentado (2)	cm	74.7	91.4	84.1	4.3
Altura sentado para a estatura [2/1]	%	51.24	54.89	52.93	1.41

A tabela 4.2 apresenta a estatística descritiva para as medidas de gordura subcutânea.

**Tabela 4.2.** Estatística descritiva para as medidas de gordura subcutânea (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Prega tricipital	mm	10.5	31	16.4	6.1
Prega bicipital	mm	4	19.5	8.3	3.9
Prega crural	mm	12.5	33	22.0	5.4
Prega geminal medial	mm	9	28.5	15.7	5.4
Prega subescapular	mm	6	27	11.6	6.2
Prega suprailíaca	mm	18	41.5	18.2	8.2
Prega abdominal	mm	9	33.5	16.9	6.9
Soma 7 pregas	mm	69.5	205.5	109.1	39.2
Rácio tronco/membros*	mm/mm	0.89	1.59	1.14	0.20

\* (subescapular+suprailíaca+abdominal)/(tricipital+bicipital+geminal medial)

#### 4.2. Estatística descritiva nas medidas de composição corporal

A tabela 4.3 apresenta as medidas de composição corporal de acordo com a fórmula de Slaughter *et al.* (1988) tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores e com somatório inferior a 35mm.

O valor médio de percentagem de massa gorda estimada pela medida critério é de 22.8%.

**Tabela 4.3.** Medida de composição corporal de acordo com a fórmula de Slaughter *et al.* (1988) tendo as pregas subescapular e tricípital como preditores e com somatório inferior a 35mm (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Massa gorda	kg	7.2	22.3	11.5	4.6
Massa gorda	%	16.8	31.5	22.8	4.8
Massa isenta de gordura	kg	25.8	48.9	37.5	5.4
Massa isenta de gordura	%	68.5	83.2	77.2	4.8

A tabela 4.4 expõe a estatística descritiva das medidas geradas pela bioimpedância.

O valor médio de percentagem de massa gorda estimada pela medida indirecta é de 24.1%.

**Tabela 4.4.** Estatística descritiva para as medidas geradas pela técnica de bioimpedância de avaliação da composição corporal (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Resistência	$\Omega$	528	773	667.9	61.6
Reactância	$\Omega$	46	82	62.6	8.1
Massa gorda	kg	5.9	25.7	12.4	5.0
Massa gorda	%	16.5	36.1	24.1	5.5
Massa isenta de gordura	kg	27.4	45.5	36.8	5.0
Massa isenta de gordura	%	63.9	83.5	75.9	5.5
Metabolismo basal	kcal	988	1439.5	1177.5	105.8
Massa celular	kg	13.4	25.2	18.3	3.2
Massa celular	%	40.2	63	49.8	4.2
Massa muscular	kg	16.6	30.7	22.5	3.8
Massa muscular	%	38.2	63.7	46.8	5.4
Água corporal	L	22.8	32.5	28.0	2.7
Água corporal	%	45.3	69.1	58.3	5.9
Água extra-celular	L	9.1	14.6	12.3	1.5
Água extra-celular	%	40	46.6	44.0	1.8
Água intracelular	L	13.5	18.1	15.6	1.2
Água intracelular	%	53.4	60.0	56.0	1.8

### 4.3. Estatística descritiva nas medidas de aptidão física

A tabela 4.5 enuncia os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis de aptidão física.

**Tabela 4.5.** Estatística descritiva para as medidas de aptidão física ligadas à saúde (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
PACER	#	15	35	21.3	5.6
	m	300	700	426.4	111.5
Milha	s	527	805	636	81.2
<i>Sit-ups</i>	#	24	36	29.7	3.7
<i>Sit-and-reach</i>	cm	12.6	41	27.9	6.2

#### 4.4. Estatística descritiva nas medidas de actividade física pelo diário

A tabela 4.6 exhibe a estatística descritiva para as medidas de actividade física proporcionadas pelo diário, apresentando-se os resultados separadamente por dias de semana (quinta-feira e sexta-feira) e fim-de-semana (sábado), em actividades de intensidade ligeira a vigorosa (categorias 2 a 9), de intensidade moderada a vigorosa (categorias 6 a 9) e de ecrã.

O tempo médio de minutos dispendidos em actividades de ecrã (televisão, computador, videojogos e telemóvel) decresce durante o fim-de-semana relativamente aos dias de semana observados, bem como em actividades de intensidade ligeira a vigorosa e moderada a vigorosa.

**Tabela 4.6.** Estatística descritiva para as medidas temporais extraídas do diário (categoria 2-9, categoria moderada a vigorosa 6-9 e tempo de ecrã) para a totalidade da amostra (n=22), separadamente para os dias da semana e fim-de-semana.

		Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Semana	Categoria 2-9	min	577.5	892.5	815.5	104.3
	Categoria 6-9	min	15	277.5	98.9	76.5
	Ecrã	min	0	870	310.9	261.1
Fim-de-semana	Categoria 2-9	min	270	855	600	152.5
	Categoria 6-9	min	0	420	72.3	103.8
	Ecrã	min	0	450	220.9	139.4

#### 4.5. Estatística descritiva nas medidas de actividade física pela acelerometria

A tabela 4.7 mostra a estatística descritiva para as medidas de actividade física proporcionadas pela acelerometria. Os resultados são apresentados discriminadamente por dias de semana (quinta-feira, sexta-feira e segunda-feira) e fim-de-semana (sábado e domingo), em valores de tempo de registo total, contagens por minuto e de tempo de actividade física de acordo com a intensidade (de sedentária a muito vigorosa).

O tempo médio de contagens por minuto diminui ao fim-de-semana. Verifica-se uma tendência contrária no que concerne ao tempo médio dispendido em actividade

física sedentária, que aumenta ao fim-de-semana em detrimento de todas as outras categorias de intensidade, com a actividade física de intensidade muito vigorosa a atingir o valor 0 (zero).

**Tabela 4.7.** Estatística descritiva das medidas proporcionadas pela acelerometria uniaxial nos dias da semana e fim-de-semana no que respeita ao tempo de registo, sedentário e intensidade da actividade física (n=22).

		Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Semana	Tempo de registo	min	712	893	880.5	59.8
	Contagens	contagem/ min	224.4	670.6	365.1	107.3
	Sedentária	min	1212	1440	1321	49
	Ligeira	min	28	117	54.2	24.6
	Moderada	min	24	110	64.9	22.4
	Vigorosa	min	0	14	3.8	3.1
	Muito vigorosa	min	0	1	0.3	0.4
Fim-de-semana	Tempo de registo	min	610	911	748.0	84.4
	Contagens	contagem/ min	90.2	489.5	263.4	100.3
	Sedentária	min	1254.5	1663	1410.8	111.4
	Ligeira	min	11	139	44.4	28.6
	Moderada	min	3	94.5	29.8	22.7
	Vigorosa	min	0	4.5	0.8	1.2
	Muito vigorosa	min	0	0.5	0.0	0.1

#### 4.6. Estatística descritiva nas medidas decorrentes do questionário de frequência alimentar

As tabelas 4.8 a 4.15 apresentam a estatística descritiva para as medidas propiciadas pelo questionário de frequência alimentar.

**Tabela 4.8.** Frequência, sazonalidade e porção de produtos lácteos de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
1	Leite gordo	1.09	0.43	0	86.4	9.1	4.5	0	250ml
2	Leite ½ gordo	5.82	1.53	0	4.5	4.5	72.7	18.2	250ml
3	Leite magro	1.09	0.43	0	86.4	4.5	9.1	0	250ml
4	Iogurte	4.05	2.06	0	54.5	13.6	45.5	13.6	125g
5	Queijo	1.86	1.42	0	54.5	13.6	13.6	18.2	30g
6	Sobremesas lácteas	1.82	0.66	0	27.3	13.6	45.5	13.6	1 ou 1 prato de sobremesa
7	Gelados	4.73	1.86	81.8	0	4.5	95.5	0	1 ou 2 bolas

**Tabela 4.9.** Frequência, sazonalidade e porção de ovos, carnes e peixes de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
8	Ovos	3.18	0.91	0	0	0	95.5	4.5	1
9	Frango	3.09	0.61	0	0	0	90.0	9.1	150g
10	Perú, coelho	2.18	1.01	0	27.3	9.1	59.1	4.5	150g
11	Carne de vaca, porco, cabrito	3.73	0.94	0	4.5	0	81.8	13.6	120g
12	Fígado de vaca, porco ou frango	1.0	0.00	0	90.9	4.5	0	4.5	120g
13	Língua, mão de vaca, tripas, chispe, coração, rim	1.14	0.35	4.5	68.2	22.7	9.1	0	100g
14	Fiambre, chouriço, salpicão, presunto, etc.	4.05	1.65	0	0	63.6	31.8	4.5	20g
15	Salsichas	2.59	1.10	0	9.1	27.3	59.1	4.5	3 médias
16	Toucinho, <i>bacon</i> , entrecosto	1.77	0.69	0	18.2	27.3	31.8	22.7	50g
17	Peixe gordo	3.05	1.05	0	4.5	27.3	68.2	0	125g
18	Peixe magro	3.14	0.77	0	0	22.7	72.7	4.5	125g
19	Bacalhau	2.68	0.8	0	0	50.0	27.3	0	125g
20	Peixe de conserva	2.14	6.99	4.5	22.7	50.0	27.3	0	1 lata
21	Lulas, polvo	2.09	1.02	0	22.7	18.2	50.0	9.1	100g
22	Camarão, amêijoas, mexilhão, etc.	1.68	0.48	4,5	13.6	45.5	36.4	4.5	100g



**Tabela 4.10.** Frequência, sazonalidade e porção de óleos e gorduras de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

	Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média	
	Média	Desvio padrão		0	<	média	>		
23	Azeite	4.50	1.66	0	4.5	22.7	40.9	31.8	1 c. sopa
24	Óleos	1.32	0.89	0	86.4	4.5	0	9.1	1 c. sopa
25	Margarina	1.64	1.09	0	63.6	9.1	9.1	18.2	1 c. chá
26	Manteiga	2.95	1.56	0	22.7	9.1	18.2	50.0	1 c. chá

**Tabela 4.11.** Frequência, sazonalidade e porção de pão, cereais e similares de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

	Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média	
	Média	Desvio padrão		0	<	média	>		
27	Pão branco ou tostas	4.32	2.01	0	4.5	18.2	59.1	18.2	1 ou 2 tostas/40g
28	Pão integral, centeio e mistura	3.36	2.24	0	27.3	18.2	40.9	13.6	1 ou 2 tostas/40g
29	Broa	2.68	1.25	9.1	18.2	9.1	27.3	45.5	1 fatia/80g
30	Flocos de cereais	4.14	2.10	0	13.6	9.1	13.6	63.6	1 chávena/80g
31	Arroz	4.32	1.13	0	0	45.5	40.9	13.6	meio prato/100g
32	Massas	3.64	1.09	0	0	50.0	36.4	13.6	meio prato/100g
33	Batatas fritas caseiras	2.86	1.08	0	13.6	22.7	54.5	9.1	meio prato/100g
34	Batatas fritas de pacote	2.09	0.61	4.5	13.6	18.2	63.6	4.5	1 pacote pequeno
35	Batatas cozidas, assadas ou em puré	3.41	0.91	0	0	13.6	45.5	40.9	2 batatas médias

**Tabela 4.12.** Frequência, sazonalidade e porção de doces e pastéis de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
36	Bolachas tipo Maria ou água e sal	3.18	1.65	0	18.2	4.5	22.7	54.5	3 unidades
37	Outras bolachas ou biscoitos	3.64	1.53	0	4.5	4.5	31.8	54.5	3 unidades
38	<i>Croissant</i> , pastéis, bolicau, <i>donuts</i> , bolos	3.50	1.23	0	4.5	4.5	86.4	4.5	1/uma fatia/80g
39	Chocolate (tablete ou em pó)	2.68	1.99	0	31.8	22.7	22.7	22.7	3 quadrados/1 c. sopa
40	<i>Snacks</i> de chocolate	2.86	1.32	0	13.6	9.1	77.3	0	1
41	Marmelada, compotas, geleias, mel	2.00	1.16	4.5	40.9	4.5	18.2	36.4	1 c. sobremesa
42	Açúcar	3.00	1.95	0	27.3	13.6	40.9	18.2	1 c. sobremesa/1 pacote

**Tabela 4.13.** Frequência, sazonalidade e porção de hortaliças e legumes de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
43	Couve branca, couve lombarda	2.68	1.04	0	4.5	40.9	45.5	9.1	½ chávena
44	Couve penca, tronchuda	1.64	0.95	0	54.5	9.1	36.4	0	½ chávena
45	Couve galega	1.68	0.84	0	36.4	18.2	45.5	0	½ chávena
46	Bróculos	1.95	1.09	4.5	45.5	27.3	18.2	9.1	½ chávena
47	Couve flor, couve de Bruxelas	1.59	0.73	4.5	59.1	18.2	18.2	4.4	½ chávena
48	Grelos, nabiças, espinafres	2.09	1.19	4.5	36.4	22.7	40.9	0	½ chávena
49	Feijão verde	2.64	1.18	0	13.6	27.3	50.0	9.1	½ chávena
50	Alface, agrião	4.14	1.58	0	4.5	9.1	68.2	18.2	½ chávena
51	Cebola	1.82	1.26	0	50.0	36.4	9.1	4.5	½ média
52	Cenoura	3.09	1.74	0	13.6	40.9	31.8	13.6	1 média
53	Nabo	2.09	4.24	0	72.7	22.7	4.5	0	1 médio
54	Tomate fresco	2.55	1.47	4.5	27.3	18.2	54.5	0	½ médio
55	Pimento	1.32	0.48	0	68.2	18.2	13.6	0	½ médio
56	Pepino	1.91	1.27	9.1	50.0	18.2	18.2	13.6	¼ médio
57	Leguminosas	2.27	0.99	4.5	22.7	22.7	45.5	9.1	1 chávena
58	Ervilhas em grão, favas	1.64	0.90	4.5	57.1	9.5	33.3	0	½ chávena

**Tabela 4.14.** Frequência, sazonalidade e porção de frutos de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
59	Maçã, pêra	4.32	1.91	0	0	4.5	86.4	9.0	1 média
60	Laranja, tangerina	3.91	1.97	18.2	18.2	4.5	63.6	13.6	1 média/2 médias
61	Banana	2.95	1.50	0	22.7	9.1	59.1	9.1	1 média
62	Quiwi	2.18	1.47	9.1	31.8	9.1	50.0	9.1	1 médio
63	Morango	3.91	1.69	77.3	0	9.1	50.0	40.9	1 chávena
64	Cereja	3.32	1.56	81.8	9.1	9.1	40.9	40.9	1 chávena
65	Pêssego, ameixa	2.77	0.97	77.3	9.1	9.1	63.6	22.7	1 médio/2 médias
66	Melão, melancia	3.09	1.23	77.3	9.1	0	45.5	45.5	1 fatia média
67	Diospiro	2.09	1.60	50.0	40.9	4.5	31.8	22.7	1 médio
68	Figo, nêspera, damasco	2.64	1.65	63.6	36.4	13.6	27.3	22.7	3 médios
69	Uvas	3.23	1.63	45.5	9.1	27.3	50.0	13.6	1 cacho médio
70	Frutos de conserva	1.64	0.79	4.5	40.9	4.5	36.4	18.2	2 metades/rodela
71	Amêndoas, avelãs, nozes, etc.	2.27	1.39	0	31.8	27.3	22.7	18.2	½ chávena descascado
72	Azeitonas	2.18	0.96	0	18.2	31.8	31.8	27.3	6 unidades

**Tabela 4.15.** Frequência, sazonalidade e porção de bebidas e miscelâneas de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

		Frequência		Sazonalidade	Porção				Referência média
		Média	Desvio padrão		0	<	média	>	
73	Vinho	1.00	0.00	0	95.5	4.5	0	0	125ml
74	Cerveja	1.00	0.00	0	95.5	4.5	0	0	130ml
75	Bebidas brancas	1.09	0.29	0	86.4	4.5	0	9.1	40ml
76	Coca-cola ou outras colas	2.95	1.50	0	13.6	31.8	50.0	4.5	330ml
77	<i>Ice-tea</i>	3.18	1.56	4.5	9.1	13.6	72.7	4.5	330ml
78	Outros refrigerantes	2.73	1.42	4.5	22.7	9.1	54.5	13.6	250ml
79	Café	2.05	1.81	0	63.6	22.7	13.6	0	1 chávena de café
80	Chá	1.57	1.08	0	68.2	9.1	22.7	0	1 chávena
81	Croquetes, rissóis, etc.	2.50	2.43	0	18.2	18.2	54.5	9.1	3 unidades
82	Maionese	1.82	1.01	0	36.4	22.7	22.7	18.2	1 c. sobremesa
83	Molho de tomate, <i>ketchup</i>	1.90	0.94	0	31.8	27.3	36.4	4.5	1 c. sopa
84	Piza	2.77	2.41	0	4.5	36.4	54.5	4.5	½ piza normal
85	<i>Hamburguer</i>	1.77	1.11	4.5	31.8	22.7	45.5	0	1 médio
86	Sopa de legumes	4.00	1.41	0	0	9.1	86.4	4.5	1 prato

A tabela 4.16 apresenta a estatística descritiva para as medidas de consumo diário originadas pelo questionário de frequência alimentar.

O consumo médio de gordura ultrapassa ligeiramente (31,5%) o limite dos valores de proporção recomendados (25 a 30%). Contudo, os valores de consumo médio de gordura monoinsaturada são superiores (13,5%) aos esperados num padrão alimentar saudável (10%).

**Tabela 4.16.** Consumos diários de acordo com as respostas do Questionário de Frequência Alimentar (n=22).

	Unidade de medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Calorias ingeridas	kcal	1120	3849	2529.55	805.739
Proteínas	%	14	26	17.59	2.737
Hidratos de carbono	%	39	66	53.45	7.23
Gordura	%	21	40	31.50	5.405
Gordura saturada	%	6	12	9.05	1.889
Gordura monoinsaturada	%	7	18	13.50	3.067
Gordura polinsaturada	%	3	8	4.68	1.211
Colesterol	mg	187	547	338.59	107.088
Fibra alimentar	g	9	71	31.64	16.922
Etanol	g	0	9	1.82	2.630
Cálcio	mg	484	2127	1073.18	466.282

#### 4.7. Correlação entre a percentagem de massa gorda dada pela medida critério (bioimpedância) e as equações propostas por Slaughter *et al.* (1988).

A tabela 4.17 apresenta as correlações bivariadas simples entre os valores de percentagem de massa gorda gerados pela bioimpedância e as estimativas providenciadas pelas duas fórmulas de Slaughter *et al.* (1988), tanto a que inclui as pregas tricipital e subescapular (à esquerda na tabela) como a que considera as pregas tricipital e geminal medial (à direita na tabela).

Regista-se uma associação forte entre os valores estimados, respectivamente, pelas equações propostas por Slaughter *et al.* (1988) e por bioimpedância.

**Tabela 4.17.** Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda dada pela bioimpedância e pelas equações de Slaughter *et al.* (1988), (n=22).

	$\%MG=1.33 (T+S) - 0.013 (T+S)^2 - 2.5$		$\%MG=0.61 (T+Gl) + 2.5$	
	r	p	r	p
Bioimpedância	+0.81	<0.01	+0.79	<0.01

MG (massa gorda), T (prega tricipital), S (prega subescapular), Gl (prega geminal medial)

#### 4.8. Associação entre as pregas de gordura subcutânea e a percentagem de massa gorda dada pela medida critério (bioimpedância)

A tabela 4.18 apresenta as correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda estimada por bioimpedância (BIA) e mediante a medição de pregas de gordura subcutânea.

O grau de associação entre as medidas de cada uma das pregas consideradas e os valores de percentagem de massa gorda determinada por BIA mostra coeficientes mais elevados para as pregas geminal medial ( $r=+0.90$ ), crural ( $r=+0.84$ ) e tricipital ( $r=+0.81$ ).

**Tabela 4.18.** Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda dada pela bioimpedância e as pregas de gordura subcutânea (n=22).

	r	p
Prega tricipital	+0.81	<0.01
Prega bicipital	+0.70	<0.01
Prega crural	+0.84	<0.01
Prega geminal	+0.90	<0.01
Prega subescapular	+0.75	<0.01
Prega suprailíaca	+0.77	<0.01
Prega abdominal	+0.76	<0.01

#### 4.9 Determinação dos coeficientes para obtenção de equações específicas para a amostra do presente estudo

Tendo como variável dependente a percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância (BIA), é possível determinar uma equação com base no somatório das pregas tricipital e subescapular no formato  $[y=ax+bx^2+c]$ , tal como apresentada na equação 2.

##### Função quadrática utilizando as pregas tricipital e subescapular ( $\Sigma < 35\text{mm}$ )

$$\%MG = 1.33 (\text{Tricipital} + \text{Subescapular}) - 0.013 (\text{Tricipital} + \text{Subescapular})^2 - 2.5$$

**Equação 1.** Fórmula de Slaughter *et al.* (1988) para estimar a percentagem de massa gorda recorrendo à função quadrática  $[y = a x + bx^2 + c]$ , com base nas pregas tricipital e subescapular, nos casos em que o somatório das pregas é inferior a 35 mm.

$$\%MG = 1.285 (\text{Tricipital} + \text{Subescapular}) - 0.013 (\text{Tricipital} + \text{Subescapular})^2 - 0.328$$

[R=0.82, R<sup>2</sup>ajustado=0.62, EPE=3.31]

**Equação 2.** Fórmula obtida no presente estudo para estimar a percentagem de massa gorda recorrendo à função quadrática  $[y = a x + bx^2 + c]$ , com base nas pregas tricipital e subescapular quando o somatório das pregas é inferior a 35 mm.

Igualmente possível é a determinação de uma equação sustentada no somatório das pregas tricipital e geminal medial no formato  $[y=ax+b]$ , conforme equação 4 abaixo apresentada.

Função linear utilizando as pregas tricipital e geminal medial

$$\%MG = 0.610 (\text{Tricipital} + \text{Geminal medial}) + 5.100$$

**Equação 3.** Fórmula de Slaughter *et al.* (1988) para estimar a percentagem de massa gorda recorrendo à função linear simples  $[y = a x + b]$ , com base nas pregas tricipital e geminal medial.

$$\%MG = 0.437 (\text{Tricipital} + \text{Geminal medial}) + 10.085$$

$$[R=0.88, R^2_{\text{ajustado}}=0.77, \text{EPE}=2.74]$$

**Equação 4.** Fórmula obtida no presente estudo para estimar a percentagem de massa gorda recorrendo à função linear simples  $[y = a x + b]$ , com base nas pregas tricipital e geminal medial quando o somatório das pregas é superior a 35 mm.

Ambas as equações geradas pelo estudo que ora se contempla oferecem valores elevados de variância partilhada, respectivamente 62% ( $R=0.82$ ) na função quadrática e 77% ( $R=0.88$ ) na função linear.

**4.10. Associação entre as medidas de aptidão física e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter *et al.* (1988) e do presente estudo**

A tabela 4.19 exhibe as correlações bivariadas simples entre as medidas de aptidão física e a percentagem de massa gorda resultante, simultaneamente, da bioimpedância, das equações de Slaughter *et al.* (1988) e das equações do presente estudo.

**Tabela 4.19.** Correlação bivariada simples entre as medidas de aptidão física e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter *et al.*, 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.

	Bioimpedância	Função quadrática [Tricipital e subescapular]		Função linear [Tricipital e geminal medial]	
		original	presente estudo	original	presente estudo
PACER	-0.45	-0.42 *	-0.42 *	-0.40 *	-0.40*
Milha	-0.52**	-0.53 **	-0.53 **	-0.44 *	-0.44*
Sit-ups	+0.06	-0.09	-0.08	-0.03	-0.03
Sit-and-reach	+0.19	+0.11	+0.11	+0.18	+0.18

\* ( $p<0.05$ ), \*\* ( $p<0.01$ )



A associação entre as provas PACER e Milha e as medidas concorrentes de massa gorda percentual é elevada (de -0.40 a -0.53), registando-se sempre numa relação inversa de valores.

#### 4.11. Associação entre as medidas de actividade física dadas pelo diário e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter *et al.* (1988) e do presente estudo

Apresentam-se na tabela 4.20 as correlações bivariadas simples entre as medidas de actividade física (AF) decorrentes do diário de 3 dias e a percentagem de massa gorda emanada das medidas concorrentes.

**Tabela 4.20.** Correlação bivariada simples entre as medidas de actividade física dada pelo diário e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter *et al.*, 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.

		Bioimpedância	Função quadrática [Tricipital e subescapular]		Função linear [Tricipital e geminal medial]	
			original	presente estudo	original	presente estudo
Semana	Categoria 2-9	+0.07	+0.06	+0.05	+0.08	+0.08
	Categoria 6-9	+0.31	-0.26	-0.26	-0.21	-0.21
	Ecrã	+0.01	+0.09	+0.10	+0.05	+0.05
Fim-de-semana	Categoria 2-9	+0.14	-0.04	-0.06	+0.04	+0.04
	Categoria 6-9	-0.03	-0.08	-0.08	-0.06	-0.06
	Ecrã	-0.03	+0.01	+0.01	-0.01	-0.01

\* (p<0.05), \*\* (p<0.01)

Verifica-se que a categoria de intensidade de AF moderada a vigorosa (6 a 9) ao fim-de-semana se associa de modo mais elevado com a variável percentagem de massa gorda quando estimada por bioimpedância (r=+0.31).

#### 4.12. Associação entre as medidas de actividade física dadas por acelerometria e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter *et al.* (1988) e do presente estudo

A tabela 4.21 regista as correlações bivariadas simples entre as medidas de AF procedentes da acelerometria e a percentagem de massa gorda estimada com base nas medidas concorrentes.

**Tabela 4.21.** Correlação bivariada simples entre as medidas de actividade física dada por acelerometria e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter *et al.*, 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.

		Bioimpedância	Função quadrática [Tricipital e subescapular]		Função linear [Tricipital e geminal medial]	
			original	presente estudo	original	presente estudo
Semana	Sedentária	-0.10	-0.33	-0.32	-0.27	-0.27
	Ligeira	+0.28	+0.40	+0.40	+0.30	+0.30
	Moderada	+0.05	+0.26	+0.25	+0.25	+0.25
	Vigorosa	+0.08	+0.25	+0.24	+0.28	+0.28
	Muito vigorosa	-0.24	-0.17	-0.18	-0.10	-0.10
Fim-de-semana	Sedentária	-0.17	-0.24	-0.23	-0.28	-0.28
	Ligeira	+0.18	+0.31	+0.30	+0.26	+0.26
	Moderada	-0.12	+0.02	+0.01	+0.11	+0.11
	Vigorosa	-0.39	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36
	Muito vigorosa	-0.22	-0.01	-0.01	-0.09	-0.09

\* (p<0.05), \*\* (p<0.01)

Os valores providenciados pela categoria de intensidade de AF ligeira durante a semana e os estimados pela função quadrática (Slaughter *et al.* e o presente estudo) apresentam a associação mais elevada ( $r=+0.40$ ), numa relação directa.

Numa tendência contrária, a porção de intensidade vigorosa ao fim-de-semana associa-se de modo mais elevado com os valores de percentagem de massa gorda calculados por bioimpedância ( $r=-0.39$ ), registando-se, durante a semana, um coeficiente de correlação ( $r$ ) de  $-0.24$ .

A porção de AF vigorosa durante o fim-de-semana regista uma associação moderada com todas as medidas concorrentes (de  $r=-0.35$  a  $r=-0.39$ ), numa relação inversa.

#### **4.13. Associação entre as medidas decorrentes do questionário de frequência alimentar e a percentagem de massa gorda de acordo com a função linear e quadrática do estudo original de Slaughter *et al.* (1988) e do presente estudo**

A tabela 4.22 expõe os valores de coeficiente de correlação bivariada simples entre as medidas resultantes do questionário de frequência alimentar (QFA) e a percentagem de massa gorda estimada com recurso às diversas medidas concorrentes.

**Tabela 4.22.** Correlação bivariada simples entre as medidas resultantes do questionário de frequência alimentar e a percentagem de massa gorda estimada a partir das equações do estudo original (Slaughter *et al.*, 1988) e as construídas com base na amostra do presente estudo.

	Bioimpedância	Função quadrática [Tricipital e subescapular]		Função linear [Tricipital e geminal medial]	
		original	presente estudo	original	presente estudo
Calorias ingeridas	-0.35	-0.42*	-0.42*	-0.39	-0.39
Proteínas	+0.27	+0.37	+0.37	+0.34	+0.34
Hidratos de carbono	-0.12	-0.29	-0.30	-0.21	-0.21
Gordura	+0.40	+0.40	+0.42	+0.35	+0.35
Gordura saturada	+0.21	+0.31	+0.31	+0.24	+0.24
Gordura monoinsaturada	+0.45*	+0.36	+0.38	+0.35	+0.35
Gordura polinsaturada	+0.16	+0.27	+0.28	+0.24	+0.24
Colesterol	-0.02	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
Fibra alimentar	-0.37	-0.48*	-0.48*	-0.44*	-0.44*
Etanol	-0.26	-0.06	-0.05	-0.13	-0.13
Cálcio	-0.40	-0.50*	-0.50*	-0.47*	-0.47*

\* (p<0.05), \*\* (p<0.01)

A associação mais elevada numa relação directa verifica-se, de uma maneira geral, entre os valores das variáveis gordura monoinsaturada e gordura, e qualquer uma das medidas de percentagem de massa gorda.

Em sentidos opostos, as variáveis cálcio, fibra alimentar e calorias ingeridas, são as que apresentam uma associação mais elevada, com coeficientes de correlação a oscilar entre  $r=-0.50$  (cálcio e %MG estimada pela função quadrática) e  $r=-0.48$  (fibra alimentar e %MG estimada pela função quadrática).



## CAPÍTULO V

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

À docência no âmbito da Educação Física vão surgindo, actualmente, preocupações complementares ao ensino das matérias curriculares, nomeadamente as que emergem do estilo de vida das crianças e jovens.

Ainda que de modo empírico, o professor atento e em interacção dinâmica com os seus alunos facilmente detecta que algo vai mal: padrões alimentares que fogem às regras de uma alimentação que se pretende saudável e em consonância com uma fase de crescimento e desenvolvimento com necessidades específicas; sedentarismo, que se acentua na fase pubertária, como se pode constatar pelos fracos níveis de adesão às actividades desportivas organizadas e ao decréscimo de empenho na realização das actividades em contexto de aula, sobretudo no universo feminino; preocupações com a imagem corporal dominadas por um discurso de mercado alheio à ética e à responsabilidade cívica, com potenciais consequências que a todos alarma, nomeadamente distúrbios alimentares que, em casos mais extremados, podem levar mesmo a perturbações no processo de crescimento e desenvolvimento.

Se por um lado compete ao professor de Educação Física, julgamos, assumir a responsabilidade de intervenção, esta tem que se pautar por uma seriedade assente em apreciações consistentes, em dados concretos resultantes de um diagnóstico que possa ser devidamente apreciado por todos os responsáveis educativos, numa perspectiva de educação e modificação comportamental.

Zalilah *et al.* (2006) defendem que diversos segmentos da sociedade devem envolver-se no esforço de promover um padrão alimentar saudável e um estilo de vida activo entre os jovens e adolescentes. A educação para a saúde, de cariz transversal, pode e deve ter como parceiro fundamental a disciplina de EF. Heyward *et al.* (1996) sugeriram a inclusão de informação relativa aos valores saudáveis de gordura corporal nos currículos de Educação Física. Ora isto pressupõe uma avaliação cuidada das componentes corporais das crianças e jovens, mediante metodologias de fácil aplicação (porque em contexto escolar e no terreno), adequadas à população escolar em causa, para que aos valores de referência se possam opor estimativas precisas.

Tem sido desenvolvido um esforço notável por parte dos responsáveis na área da saúde no sentido de diagnosticar situações de sobrepeso e obesidade entre a população pediátrica, preocupação mais premente em Portugal após publicação dos estudos de Padez *et al.* (2004), que apontaram valores de prevalência [de sobrepeso e obesidade] de 31,5%.

Falta, em nosso entender, que a Escola assuma as suas responsabilidades, actuando como motor de transformação e mudança que é, em fundamento, a sua função social. Zahner *et al.* (2006) apontam a escola como uma excelente oportunidade para aumentar os níveis de actividade física, salientando as vantagens que esta instituição oferece para a promoção de alterações ambientais propícias ao incremento da AF e diminuição da inactividade, independentemente do comportamento dos pais ou das suas atitudes face à AF e à saúde, sobretudo entre as crianças socioeconomicamente mais desfavorecidas

que são, afirmam, as mais atingidas pelo fenómeno da inactividade e, cumulativamente, as que mais dependem da escola para usufruir de benefícios desta ordem.

Se o problema concreto da obesidade assenta em razões de âmbito multifactorial (Padez *et al.*, 2004), genéticas e ambientais incluídas, convém não olvidar que é consequência, em 95% dos casos (Barata, 2008), de um desequilíbrio entre ingestão alimentar e dispêndio energético, tão característico das sociedades desenvolvidas contemporâneas.

Daqui decorre, e por aí percorremos o nosso caminho na investigação que desenvolvemos e agora apreciamos, a necessidade de abranger registos diversos relacionados com indicadores que caracterizem, nas crianças e jovens, a aptidão física ligada à saúde, o padrão de actividade física, a composição corporal e os hábitos alimentares.

### 5.1. Actividade física

É facto aceite que a actividade física tem sofrido decréscimos causados por alterações do estilo de vida de um modo generalizado entre a população, estando na origem das doenças hipocinéticas com as consequências já anteriormente apontadas (Heyward *et al.*, 1996; Kotech, 1997; Costa, 2001; Sardinha *et al.*, 2000; Padez *et al.*, 2004). Contudo, diagnosticada a situação, importa reflectir nas estratégias que visem a alteração desta propensão, apostando, naturalmente, na prevenção pela elevação do nível de aptidão física (Costa, 2001). A aptidão física será determinada pela quantidade e intensidade da actividade física praticada (Böhme, 1993), daqui resultando o nível de estado de saúde do indivíduo pela diminuição dos factores de risco, entre os quais se destaca a obesidade. Por isto, intervir na educação para a saúde é primordial e uma responsabilidade a assumir por todos os responsáveis no universo educativo.

Muito recentemente, e na sequência de inúmeros estudos desenvolvidos na área ao longo de décadas, Malina (2009) alertou que a actividade física regular praticada por jovens, especialmente na porção de intensidade moderada a vigorosa, está associada a benefícios na saúde e na aptidão física, nomeadamente no controlo do peso, menor adiposidade, aumento do conteúdo mineral ósseo, melhoria da capacidade aeróbia, da força muscular e da resistência, para além da melhoria do auto-conceito. Este autor realçou, ainda, que em jovens obesos ou sobrepesados, a actividade física regular se manifesta particularmente importante pelos benefícios que promove ao nível da redução da adiposidade total e abdominal, resultados interrompidos quando a AF é descontinuada.

De acordo com a tendência acima descrita, os resultados do nosso estudo apontam para correlações que variam entre -0.35 e -0.39 quando associamos a actividade física moderada a vigorosa e actividade física vigorosa (ambas ao fim-de-semana e avaliadas por acelerometria), com valores mais baixos de percentagem de massa gorda. Os nossos resultados vão ao encontro dos apontados quer por Dencker *et al.* (2006), quer por Gutin *et al.* (2005) quer, mais recentemente, por Ness *et al.* (2007).

Por outro lado, valores mais elevados de actividade física ligeira (acelerometria) apresentaram-se associados de modo positivo ( $r=+0.40$ ) com valores de percentagem de massa gorda mais elevados, sugerindo uma relação directa, encontrando-se

possivelmente enraizados na variabilidade de dispêndio energético entre adolescentes do sexo feminino em actividades de intensidade mais baixa, apontada por Pfeiffer *et al.* (2006).

**Tabela 5. 1.** Resultados da avaliação da AF por acelerometria em diferentes estudos.

Estudo	Idade da amostra	n	País	Objectivos	Metodologia	Resultados
Ekelund <i>et al.</i> (2004)	9-10 anos (meninas e meninos)	1292	Portugal Dinamarca Finlândia Estónia	Estudar a associação entre o volume de AF e seus subcomponentes com indicadores de gordura corporal.	Acelerometria e Antropometria	Relação moderada entre valores acumulados de AFM e gordura corporal, com Portugal a apresentar 27% de sujeitos obesos e sobrepesados.
Denker <i>et al.</i> (2006)	8-11 anos (meninas e meninos)	248	EUA	Avaliar a associação entre a AF diária objectivamente medida e a gordura corporal.	Acelerometria e DXA	Relação inversa entre minutos de AFV e %MG ( $r=-0.38$ , $p<0.05$ ).
Spadano <i>et al.</i> (2005)	10-15 anos (raparigas)	28	EUA	Examinar alterações no dispêndio energético e na actividade física em raparigas, inicialmente não obesas, desde a infância até à adolescência.	Diluição isotópica ( $^{18}O$ ), água duplamente marcada e diário de actividade	Aumento do sedentarismo entre os 10 e os 15 anos de idade.
Gutin <i>et al.</i> (2005)	Média de 16 anos (raparigas e rapazes)	421	EUA	Testar a hipótese de que a AFV está associada em maior grau do que a AFM com melhor aptidão cardiorespiratória e níveis mais baixos de gordura corporal.	Acelerometria, DXA e calorimetria indirecta	Associação entre valores mais altos de aptidão cardiovascular com quantidades mais elevadas de AFV; valores mais baixos de %MG associados com valores mais elevados de AFV mas não associados com AFM.
Ness <i>et al.</i> (2007)	12 anos (raparigas e rapazes)	5500	Reino Unido	Examinar a associação entre a AF objectivamente medida, a MG e a MIG e o IMC.	Acelerometria, Antropometria e DXA	Associação forte entre períodos de 15' de AFMV e tempo total de AF com baixos níveis de obesidade.
Zahner <i>et al.</i> (2006)	6-13 anos (raparigas e rapazes)	535	Suíça	Avaliar os efeitos de um programa de intervenção [1 ano] com vista ao incremento da AF, tendo como propósito a melhoria da aptidão física.	Acelerometria, Antropometria, DXA, análises laboratoriais, testes de aptidão física e questionários	Após um ano de intervenção, foi observado o aumento da AF, o aumento da aptidão aeróbia e a diminuição da %MG.
Craig <i>et al.</i> (1996)	8-11 anos (meninas)	74	EUA	Avaliar a associação entre AF, estimando directamente o dispêndio energético, e factores de risco cardiovasculares (LDL), dieta alimentar e % de gordura corporal.	Antropometria, água duplamente marcada, calorimetria indirecta, análises laboratoriais, diário de frequência alimentar	A intensidade da AF é mais determinante para baixos níveis de colesterol LDL do que a energia dispendida.
Pfeiffer <i>et al.</i> (2006)	13-14 anos (raparigas)	74	EUA	Descrever a variabilidade do dispêndio energético, em AF seleccionadas, em adolescentes do sexo feminino.	Calorimetria indirecta	Dispêndio energético em AF comuns sofre elevada variação entre raparigas adolescentes, sobretudo em AF de baixa intensidade.
Mattheus <i>et al.</i> (2002)	18-79 anos (homens e mulheres)	122	EUA	Examinar fontes de variância na medição objectiva da AF em sujeitos saudáveis.	Acelerometria	A avaliação da AF requer pelo menos 7 dias de observação. A inactividade entre os sujeitos é menor ao fim-de-semana, sobretudo ao sábado.
Presente estudo	11-15 anos (raparigas)	22	Portugal	Avaliar a duração, frequência e intensidade da AF em raparigas pós-menarcais.	Acelerometria e diário de 3 dias (Bouchard <i>et al.</i> , 1983)	Associação entre AFMV e AFV (fim-de-semana) e valores mais baixos de %MG. Inactividade aumenta ao fim-de-semana.

No entanto, contrariando de certo modo os dados obtidos pelo acelerómetro, quando caracterizada com recurso ao diário de Bouchard *et al.* (1983), a actividade física moderada a vigorosa (fim-de-semana) dos sujeitos do presente estudo associa-se directamente a valores mais elevados de percentagem de massa gorda. Estaremos na presença de um dos riscos inerentes a este tipo de instrumento, que se relaciona, como referiram Bratteby *et al.* (1997), com o facto de estar muito dependente, ao contrário do acelerómetro, da cooperação dos sujeitos para que se obtenham dados precisos? Ou, por outro lado, com a tendência que apresentam para subestimar períodos de actividade física de maior intensidade (Baquet *et al.*, 2006) diluindo-se no conjunto dos quinze minutos de registo. Esta hipótese poderá explicar a relação encontrada, ao contrário do esperado, no caso dos sujeitos com menores valores de percentagem de massa gorda.

Conclusivo e sem margem para dúvidas é que estamos na presença de sujeitos muito sedentários, com valores médios de tempo dispendido em actividade física de intensidade moderada a vigorosa que não ultrapassa os 98.9 minutos durante a semana e os 72.3 durante o fim-de-semana, muito aquém dos 20 a 60 minutos de exercício físico, 3 a 5 vezes por semana, recomendados pelo *American College of Sport and Medicine* (ACSM, 1998), lembrando os resultados de Spadano *et al.* (2005), ainda que o nosso estudo não seja de cariz longitudinal. Em comparação com os resultados apresentados por Matthews *et al.* (2002), que referem que entre adultos a inactividade diminui ao fim-de-semana, poderemos estar na presença de raparigas que, potencialmente se podem tornar, num futuro próximo, sujeitos ainda menos activos e, como tal, mais propensos às consequências nefastas de um estilo de vida sedentário.

## 5.2. Composição corporal

Loan (1996) exaltou o cuidado particular na avaliação da composição corporal durante o crescimento e maturação, período durante o qual as quantidades relativas dos seus elementos sofrem as alterações mais profundas. Boileu *et al.* (1985) alertaram para os cuidados que se devem aplicar na estimação da massa gorda em adolescentes, por este período se caracterizar por um rápido crescimento e desenvolvimento. A título de exemplo atentemos no facto, realçado por Going (1996), de que níveis mais elevados de gordura subcutânea estão associados, em meninas, a uma maturação precoce.

Slaugther *et al.* (1988) propuseram um conjunto de equações para estimar a percentagem de massa gorda, decorrentes de um estudo cuja mais-valia terá sido a de resultar de uma abordagem multicompartimental da composição corporal e, simultaneamente, incluir a imaturidade química das crianças e jovens. Cientes de que as equações deverão ser aplicadas na população da amostra de onde emanam, averiguámos a validade das propostas de Slaugther *et al.* (1988) na amostra do nosso estudo, como haviam feito já Janz *et al.* (1993), Sardinha *et al.* (2000) e Francisco (2009).

Verificámos uma associação forte entre as medidas estimadas por bioimpedância (medida critério) e pelas equações de Slaugther *et al.* (1988), usando como preditores quer as pregas tricípital e subescapular ( $r=+0.81$ ), quer as pregas tricípital e geminal medial ( $r=+0.79$ ).



**Tabela 5.2.** Validação das equações de Slaughter *et al.* (1988) em diferentes estudos na população pediátrica.

Estudo	Idade da amostra	n	País	Metodologia	Resultados
Janz <i>et al.</i> (1993)	8-17 anos (raparigas e rapazes)	122	EUA	Densitometria e antropometria	As equações apresentaram-se promissoras na estimação da composição corporal em crianças e adolescentes, sobretudo a que inclui os preditores prega tricípital e prega subescapular para o sexo feminino. Apesar de sobrestimarem os valores de %MG, a aplicação das equações que incluem as pregas tricípital e geminal medial poderão ser extremamente práticas em contexto escolar por evitarem a exposição do tronco das raparigas.
Sardinha <i>et al.</i> (2000)	11-15 anos (raparigas e rapazes)	362	Portugal	Antropometria e DXA	As equações de Slaughter <i>et al.</i> (1988) com maior concordância com a DXA (medida critério) foram as que incluem os preditores prega tricípital e prega subescapular, quer para raparigas (somatório superior a 35mm) quer para rapazes prepúberes (somatório inferior a 35mm).
Francisco (2009)	Média de 13 anos (rapazes)	20	Portugal	Antropometria e Pletismografia	Associação entre os valores estimados pela pletismografia (medida critério) e pelas equações de Slaughter <i>et al.</i> (1988), para somatórios de pregas subcutâneas inferiores a 35mm, é de $r=+0.50$ ( $p<0.03$ ) para o conjunto tricípital e subescapular e de $r=+0.54$ ( $p<0.02$ ) para as pregas tricípital e geminal medial.
Presente estudo	11-15 anos (raparigas)	22	Portugal	Antropometria e BIA	Associação forte entre as medidas estimadas por BIA (medida critério) e pelas equações de Slaughter <i>et al.</i> (1988), para somatórios de pregas subcutâneas inferiores a 35mm: $r=+0.81$ ( $p<0.01$ ) para o conjunto tricípital e subescapular e de $r=+0.79$ ( $p<0.01$ ) para as pregas tricípital e geminal medial.

Os resultados do presente estudo aproximam-se aos encontrados por Janz *et al.* (1993), no que se refere à equação de Slaughter *et al.* (1988) para o sexo feminino com somatórios das pregas tricípital e subescapular inferiores a 35mm, apesar das diferenças no plano metodológico. No entanto, comparando com as evidências decorrentes do estudo de Sardinha *et al.* (2000), não se verifica consonância nos resultados, pois estes autores apontaram maior concordância entre os valores estimados pela medida critério (DXA) e os decorrentes da aplicação da equação de Slaughter *et al.* (1988) para raparigas com somatório das pregas tricípital e subescapular superior a 35mm.

No nosso estudo, as pregas de gordura subcutânea com maior associação aos resultados da bioimpedância foram a geminal medial ( $r=+0.90$ ,  $p<0.01$ ), a crural anterior ( $r=+0.84$ ,  $p<0.01$ ) e a tricípital ( $r=+0.81$ ,  $p<0.01$ ), apresentando-se como os melhores preditores para a população da amostra em estudo. De entre estas, apenas a prega tricípital e a geminal constam das equações originais. No entanto, considerando que a prega subescapular se correlaciona fortemente ( $r=+0.75$ ,  $p<0.01$ ) com a medida critério, poderemos reforçar as afirmações de Janz *et al.* (1993) acima citadas.

Ensaçadas, no presente estudo, duas equações para a população da amostra, constatou-se uma forte associação com as originais, pelo que talvez não se justifique optar por aquelas, afigurando-se as propostas de Slaughter *et al.* (1988) como válidas.

### 5.3 Aptidão física

Apesar de existir uma concordância entre as equações (original e por nós construída), não deixámos de analisar a validade de conteúdo através dos resultados das medidas de aptidão física, verificando-se uma elevada associação entre a prova da milha e os valores de percentagem de massa gorda estimados quer pela função quadrática, tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores ( $r=-0.53$ ,  $p<0.01$  para ambas as equações), quer pela função linear ( $r=-0.44$ ,  $p<0.05$  para ambas as equações) com os preditores pregas tricipital e geminal medial, quer, ainda, por bioimpedância ( $r=-0.52$ ).

Igualmente elevada é a associação encontrada entre os resultados do PACER e os valores de percentagem de massa gorda estimados por bioimpedância ( $r=-0.45$ ), estimados pela função quadrática, tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores ( $r=-0.42$ ,  $p<0.05$  para ambas as equações) e pela função linear ( $r=-0.40$ ,  $p<0.05$  para ambas as equações), incluindo as pregas tricipital e geminal medial.

Estes resultados sugerem que os sujeitos que apresentam valores mais elevados de aptidão aeróbia têm menor percentagem de massa gorda, corroborando, de uma maneira geral, as conclusões de diversos estudos que abaixo sintetizamos.

**Tabela 5.3.** Resultados da avaliação da aptidão física e sua associação com a gordura corporal em diferentes estudos na população pediátrica.

Estudo	Idade da amostra	n	País	Objectivos	Metodologia	Resultados
Kim <i>et al.</i> (2005)  Estudo longitudinal de 2001 a 2004	5-14 anos  (raparigas e rapazes)	6.297	EUA	Observar a relação entre testes de aptidão física e sobrepeso.	Testes de aptidão física das baterias <i>Fitnessgram</i> e <i>Amateur Athletic Union</i>	Associação inversa entre sobrepeso e obesidade e aptidão física.  A prova de aptidão cardiorespiratória ( <i>shuttle run test</i> ) apresentou-se como um preditor significativo de incidência de sobrepeso entre raparigas.
Huang <i>et al.</i> (2006)	8-19 anos  (raparigas e rapazes)	102.765	Tailândia	Investigar a associação entre o IMC e o nível de aptidão física.	Testes de aptidão física: “sit-ups” em 60s, salto horizontal, “sit-and-reach” e marcha/corrida de 800 ou 1600m  Antropometria (IMC)	Associação entre valores mais baixos de percentagem de massa gorda e aptidão física mais elevada.
Minck <i>et al.</i> (2000)	Estudo longitudinal dos 13 aos 27 anos de idade  (raparigas e rapazes)	181	Holanda	Examinar a relação entre a aptidão física e a gordura corporal e determinar a influência da AF nesta relação.	Testes da bateria <i>MOPER Fitness Test</i>  Antropometria	Relação inversa entre aptidão física e gordura corporal.

(continua na página seguinte)

(continuação da tabela 5.3)

Ara <i>et al.</i> (2006)	idade inicial 9.4 ±1.4  (rapazes)  Estudo longitudinal ao longo de 3 anos	42	Espanha	Analisar o efeito de actividades extracurriculares na acumulação de massa gorda e na aptidão física durante o crescimento em rapazes.	Testes de aptidão física: vaivém 20m, corridas de 300m e de 30m  Antropometria  DXA	Jovens activos (pelo menos 3h semanais em actividades desportivas) mantiveram nível de aptidão física e menor aumento de adiposidade ao longo do período de observação, enquanto os rapazes não activos apresentaram resultados inversos.
Francisco (2009)	Média de 13 anos  (rapazes)	20	Portugal	Estudar a associação entre a medida de composição corporal (pletismografia) e a de aptidão física tida como marcadora de um bom estado de condição física associada à saúde.	Testes de aptidão física da bateria <i>Fitnessgram</i> : PACER, milha, “sit-ups” em 60s e “sit-and-reach”	Não foram observados resultados significativos.
Presente estudo	11-15 anos  (raparigas)	22	Portugal		Testes de aptidão física da bateria <i>Fitnessgram</i> : PACER, milha, “sit-ups” em 60s e “sit-and-reach”	Associação inversa elevada entre resultados do PACER e da Milha e valores de %MG.

Kim *et al.* (2005), tal como no nosso estudo, apontaram uma associação forte entre as medidas de aptidão cardiorespiratória e os valores de percentagem de massa gorda. Tanto Huang *et al.* (2006) como Minck *et al.* (2000) referiram associações inversas entre valores mais elevados de gordura corporal, quer definida por IMC quer por medição de pregas de gordura subcutânea, e aptidão física, numa tendência semelhante à por nós encontrada. Ara *et al.* (2006) estabeleceram igualmente, ainda que em rapazes, uma associação inversa entre valores mais elevados de adiposidade e resultados em testes de aptidão física, pelo que não encontramos, em comparação com o nosso estudo, uma tendência contrária entre sexos.

#### 5.4. Ingestão alimentar

A relação íntima que se verifica entre a saúde dos sujeitos e o consumo de nutrientes e respectivo padrão alimentar (Barata, 2008), induziu-nos à caracterização do consumo alimentar das alunas que constituíram a amostra do presente estudo, mediante a aplicação de um questionário de frequência alimentar (QFA) adaptado para a população portuguesa pelo Serviço de Higiene e Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

Reconhecendo que o tipo de alimentação determinada pelo ambiente se apresenta como factor determinante na crescente epidemia da obesidade (Sardinha *et al.*, 2000) e que a sua manifestação em populações pediátricas assenta num desequilíbrio prolongado entre o consumo e o dispêndio energético (Zahner *et al.*, 2006) ou balanço energético positivo, i.e., um teor calórico de elementos ingeridos superior às necessidades energéticas nesse mesmo período de tempo (Barata, 2008), fomos

exortados a verificar a associação entre as diversas medidas proporcionadas pelo QFA e a percentagem de massa gorda estimada pelas medidas concorrentes.

Observámos, numa primeira análise, que o consumo médio de gordura dos sujeitos do presente estudo ultrapassa o limite dos valores de proporção recomendados (31,5%), com as gorduras monoinsaturadas a sobressair no seu conjunto ao ultrapassar o máximo de 10% previstos. Hassapidou *et al.* (2006), num estudo desenvolvido entre a população grega, também relataram um consumo elevado de gordura por parte quer de sujeitos sobrepesados quer de normoponderais. Aferimos, também, que a sopa de legumes (item 86) é consumida, em média, apenas duas a quatro vezes por semana, muito longe do consumo diário recomendado actualmente por diversos organismos promotores de saúde pública em Portugal.

Constatámos que a associação mais elevada entre as medidas resultantes do QFA se observou para os valores das variáveis gordura monoinsaturada e gordura e as medidas de percentagem de massa gorda estimada por qualquer um dos métodos ( $r$  entre 0.40 e 0.42), pelo que valores mais baixos de consumo de gordura total e de gordura monoinsaturada se associam a menor percentagem de massa gorda.

Por outro lado, valores mais elevados de calorias ingeridas associaram-se no presente estudo, de forma aparentemente contraditória, com valores mais baixos de percentagem de massa gorda estimados com qualquer um dos métodos ( $r$  a oscilar entre -0.35, para a bioimpedância e -0.42, para a função quadrática). No entanto, também aqui encontramos semelhanças quer com os resultados de Zalilah *et al.* (2006), quer com os resultados de Hassapidou *et al.* (2006), ambos registando que jovens sobrepesados apresentavam valores de ingestão (kcal/kg) menores. Poderemos estar na presença de um fenómeno semelhante ao referido na investigação longitudinal desenvolvida por Deheeger *et al.* (1997), na qual crianças francesas que apresentaram valores mais baixos de gordura corporal, apesar de um consumo energético mais elevado, são mais activas, não se apresentando, portanto, uma situação de balanço energético positivo e conseqüente armazenamento e aumento das reservas metabólicas, nomeadamente de massa gorda.

As variáveis cálcio e fibra alimentar apresentaram a associação mais elevada, com coeficientes de correlação a oscilar entre  $r=-0.50$  (cálcio e %MG estimada pela função quadrática) e  $r=-0.48$  (fibra alimentar e %MG estimada pela função quadrática). Hassapidou *et al.* (2006) também registaram que jovens gregas obesas consumiam quantidades menores de fibras alimentares.

**Tabela 5.4.** Resultados da avaliação do consumo energético e sua associação com a gordura corporal em diferentes estudos na população pediátrica.

Estudo	Idade da amostra	n	País	Objectivos	Metodologia	Resultados
Hassapidou <i>et al.</i> (2006)	11-14 anos (raparigas e rapazes)	512	Grécia	Avaliar o consumo energético, o dispêndio energético, a composição dietética e a obesidade.	Diário alimentar de 3 dias  Antropometria	Sujeitos sobrepesados apresentam valores mais baixos de ingestão energética (Kcal/kg).  Tanto sobrepesados como normoponderais consomem valores elevados de gordura.

(continua na página seguinte)

(continuação da tabela 5.4)

Zalilah <i>et al.</i> (2006)	11-15 anos (raparigas e rapazes)	618	Malásia	Registar as diferenças de consumo energético, composição dietética, tempo de AF e dispêndio energético.	Diário alimentar de 3 dias  Antropometria (IMC)	Jovens sobrepesados apresentam valores mais baixos de ingestão energética (Kcal/kg). Tanto sobrepesados como normoponderais consomem valores de gordura acima dos 30% recomendados como valor máximo e menor quantidade de hidratos de carbono (abaixo dos 55%) propostos como valor mínimo.
Deheeger <i>et al.</i> (1997)	10 anos  Estudo longitudinal desde os 10 meses de idade	86	França	Investigar a relação entre AF, consumo alimentar e composição corporal.	História alimentar  Antropometria (IMC e pregas subcutâneas)	Crianças mais activas têm consumos energéticos mais elevados, mas estes correspondem a um maior consumo de hidratos de carbono em detrimento de lípidos, apresentando, igualmente, valores mais baixos de gordura corporal.
Presente estudo	11-15 anos (raparigas)	22	Portugal	Observar a relação entre o consumo alimentar e a %MG.	QFA	Associação positiva entre consumo de gordura (total e monoinsaturada) e %MG. Associação inversa entre valores de calorias ingeridas, de fibra alimentar e de cálcio e %MG.

Os dados apurados no presente estudo sugerem a possibilidade de uma intervenção ao nível dos hábitos alimentares da população investigada, no sentido do aumento do consumo de cálcio e de fibras alimentares, designadamente através da sopa, e diminuição do de gorduras (total e monoinsaturada), por se relacionar com valores mais baixos de percentagem de massa gorda.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES

#### 6.1 Limitações do presente estudo

Reconheçamos as limitações do estudo antes de avançarmos para as conclusões:

- 1) A amostra ser constituída apenas por 22 elementos.
- 2) Não ter sido possível reportar a fidelidade quer da bioimpedância quer das provas motoras.
- 3) Tratar-se de uma amostra não representativa da população por se tratar de sujeitos escolarizados com proveniência social média.

#### 6.2. Conclusões

- 1) Existe uma associação forte entre as equações construídas no presente estudo e as equações originais, apresentando-se as equações propostas por Slaughter *et al.* (1988) como válidas para a população de onde foi seleccionada a amostra.
- 2) As pregas com maior associação à percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância são as pregas geminal, crural, tricípital e subescapular.
- 3) As equações propostas por Slaughter *et al.* (1988) associam-se de modo elevado aos resultados proporcionados pela bioimpedância.
- 4) Verifica-se uma elevada associação entre os resultados da aptidão aeróbia, proporcionados pela prova da milha e pelo PACER, e os vários resultados de percentagem de massa gorda proporcionados pelas medidas concorrentes.
- 5) Constata-se uma associação inversa entre valores mais baixos de percentagem de massa gorda e actividade física moderada a vigorosa e actividade física vigorosa (ambas ao fim-de-semana e avaliadas por acelerometria). Por outro lado, valores mais elevados de actividade física ligeira (acelerometria) apresentam-se associados de modo positivo com valores de percentagem de massa gorda mais elevados.
- 6) Verifica-se que valores mais baixos de consumo de gordura total e de gordura monoinsaturada se associam, em ambos os casos, com valores mais baixos de percentagem de massa gorda. Em sentido inverso, o consumo mais elevado de cálcio, fibra alimentar e de calorias ingeridas associam-se a valores mais baixos de percentagem de massa gorda.





## REFERÊNCIAS

- Ara, I., Vicente-Rodriguez, G, Perez-Gomez, J., Jimenez-Ramirez, J. , Serrano-Sanchez. J.A., Dorado, C., Calbet, J. (2006). Influence of extracurricular sport activities on body compositions and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *International Journal of Obesity*, 30, 1062–1071.
- Bandini, L.G., Must, A., Phillips, S.M., Naumova, E.N., Dietz, W.H. (2004). Relation of body mass index and body fatness to energy expenditure: longitudinal changes from preadolescence through adolescence. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 1262–1269.
- Baquet, G., Stratton, G., Van Praagh, E., Berthoin, S. (2006). A Improving physical activity assessment in prepubertal children with high-frequency accelerometry monitoring: A methodological issue. *Preventive Medicine*, 44, 143–147.
- Boreham, C., von Praagh, E. (2001). Special Considerations for Assessing Performance in Young Children. In Roger, E., Reilly, T.. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*. Vol I: Antrophometry, second edition.
- Boileau, R.A., Lohman, T.G., Slaughter, M.H. (1985). Exercise and body composition of children and youth. *Scand. J. Sports Sci.* 7, 17-27.
- Bouchard, C., Tremblay, A., Leblan ,C., Lortie, G., Savard, R., Theriault, G. (1983). A method to assess energy expenditure in children and adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 37, 461-467.
- Bratteby, L-E., Sandhagen, B., Fan, H., Samuelson, G. (1997). A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 585-591.
- Chen, K., Bassett, D.R. (2005). The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Currente and Future. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 37, 490-500.
- Costa, R.B. (2001). *Composição Corporal – Teoria e Prática da Avaliação*. Editora Manole Ltda. Brasil.
- Craig, S.B., Bandini, L., Lichenstein, A.H., Schaefer, E., Dietz, W. (1996). The Impact of Physical Activity on Lipids, Lipoproteins and Blood Pressure in Preadolescent Girls. *Pediatrics*, 98, 389-395.
- Crouter, S.E., Clowers, K.G., Bassett Jr, D.R. (2005). A novel method for using accelerometer data to predict energy expenditure. *Journal of Applied Physiology*, 100, 1324–1331.

Crouter, S.E., Churilla, J. R., Bassett Jr, D.R. (2006). Estimating energy expenditure using accelerometers. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 601–612.

Deheeger, M., Rolland-Cachera, M.F., AM Fontvieille, A.M. (1997). Physical activity and body composition in 10 year old French children: linkages with nutritional intake? *International Journal of Obesity*, 21, 372-379.

Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Lindén, C., Eiberg, S., Wollmer, P., Andersen, L.B. (2006). Daily physical activity related to body fat in Children aged 8-11 years. *The Journal of Pediatrics*, July 2006, 38-42.

Dollman, J., Norton, K., Norton, L. (2005). Evidence for secular trends in children's physical activity behavior. *Br J Sports Med*, 39, 892–897.

Eisenmann, J.C., Katzmarzyk, P.T., Tremblay M.S. (2004). Leisure-Time Physical Activity Levels Among Canadian Adolescents, 1981–1998. *Journal of Physical Activity and Health*, 1, 154-162.

Ekelund, U., Sardinha, L.B., Anderssen, S.A. Harro, M., Franks, P.W., Brage, S., Cooper, A., Andersen, L.B., Riddoch, C., Froberg, K. (2004). 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). *American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 584 –90.

Eston, R.G., Rowlands, A.V., Ingledeu, D.K. (1998). Validity of heart rate, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *Journal of Applied Physiology*, 84 (1), 362–371.

Francisco, P. (2009). Determinação da composição corporal em adolescentes normoponderais. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.

Freedson, P., Pober, D., Janz, K.F. (2005). Calibration of Accelerometer Output for Children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (1), 523- 530.

Fuller, N.J., Hardingham, C.R., Graves, M., Screatton, N. Dixon, A.K., WARD, L.C., Elia, M. (1999). Predicting composition of leg sections with anthropometry and bioelectrical impedance analysis, using magnetic resonance imaging as reference. *Clinical Science*, 96, 647-657.

Ginde, S.R., Geliebter, A., Rubiano, F., Silva, A.M., Wang, J., Heshka, S., Heymsfield, S.B. (2005). Air Displacement Plethysmography: Validation in Overweight and Obese Subjects. *Obesity Research*, 13, 1232–1237.

Going, S.B. (1996). Densitometry, 3 - 21. Schoeller, D.A. (1996). Hidrometry, 25 – 40. Van Loan, M. (1996). Total Body Composition: Birth to Old Age, 205-210. Malina, R.M. (1996). Regional Body Composition: Age, Sex and Ethnic Variation, 230 - 233 *In* Roche, A.F., Heymsfield, S.B., Lohman, T.G. (editors). Human Body Composition. USA.

Grund, A., Vollbrecht, H., Frandsen, W., Krause, H., Siewers, M., Rieckert, H., Müller, M.J. (2000). No effect of gender on different components of daily energy expenditure in free living prepubertal children. *International Journal of Obesity*, 24, 299-305.

Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M.C., Bassali, R., Le, N-A., Daniels, S., Barbeau, P. (2005). Relations of Body Fatness and Cardiovascular Fitness to Lipid Profile in Black and White Adolescents. *Pediatric Research*, 58 (1), 78-82.

Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M.C., Paule Barbeau, P. (2005). Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 746 –50.

Hassapidou, M., Fotiadou, E., Maglara, E., Papadopoulou, S.K. (2006). Energy Intake, Diet Composition, Energy Expenditure, and Body Fatness of Adolescents in Northern Greece. *Obesity*, 14, 855 – 862.

Hendelman, D., Miller, K., Bagget, C., Debold, E., Freedson, P. (2000). Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Medicine and Science in Sports and Exercise.*, 32 (9), 442-449.

Heyward, V.H., Stolarczyk, L.M. (1996). Applied Body Composition Assessment. Champaign Illinois. Human Kinectics.

Hoos, M.B., Kuipers, H., Gerver, W-J.M., Westerterp, K.R. (2004). Physical activity pattern of children assessed by triaxial accelerometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58, 1425–1428.

Huang, Y., Malina, R.M. (2006). BMI and Health-Related Physical Fitness in Taiwanese Youth 9–18 Years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (4), 701–708.

Janz, K., Nielsen, D.H., Cassady, S.L., Cook, J.S., Wu, Y., Hansen, J.R. (1993). Cross-validation of the Slaughter equations for children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1070-1076.

Katzmarzyk, P.T., Ardern, C.I. (2004). Physical Activity Levels of Canadian Children and Youth: Current Issues and Recommendations. *Canadian Journal of Diabetes*, 28 (1), 67-78.

Kim, J., Must, A., Fitzmaurice, G.M., Gillman, M.W., Chomitz, V., Kramer, E., McGowan, R., Peterson, K.E. (2005). Relationship of Physical Fitness to Prevalence and Incidence of Overweight among Schoolchildren. *Obesity Research*, 13, 1246 – 1254.

Kotechi, J.E. (1997). Fat times – increased prevalence of overweight among United States adults: an urgent need for understanding etiology, treatment and prevention. *ICHPER-SD Journal*, XXXIII (2), 8-13.

- Lohman, T.G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise and Sport Sciences Review*, 14, 325-327.
- Malina, R.M., Bouchard, C. & Bar-or, O. (2004). Growth, Maturation and Physical Activity, Second edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Matthews, C.E., Ainsworth, Raymond, B.E., Thompson, W., Bassett, D.R. (2002). Sources of variance in daily physical activity levels as measured by an accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (8), 1376-1381.
- Minck, M.R., Ruiter, L.M., Van Mechelen, W., Kemper, H.C.G., Twisk, J.W.R. (2000). Physical Fitness, Body Fatness, and Physical Activity: The Amsterdam Growth and Health Study. *American Journal of Human Biology*, 12, 593–599.
- Ness, A.R., Leary, S.D., Mattocks, C., Blair, S.N., Reilly, J.J., Wells, J., Ingle, S., Tilling, K., Smith, G.D., Chris Riddoch, C. (2007). Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Medicine*, 4 (3), 476-484.
- Padez, C., Fernandes, T., Moura, I., Moreira, P., Rosado, V. (2004). Prevalence of Overweight and Obesity in 7–9-Year-Old Portuguese Children: Trends in Body Mass Index From 1970–2002. *American Journal of Human Biology*, 16, 670-678.
- Pfeiffer, K.A., PhD, Schmitz, K.H., McMurray, R.G., Treuth, M.S., Murray, D.M., Pate, R.R. (2006). Physical Activities in Adolescent Girls Variability in Energy Expenditure. *American Journal of Preventive Medicine*, 31 (4), 328–331.
- Rocher, E., Chappard, C., Jaffre, C., Benhamou, C-L., Courteix, D. (2008). Bone mineral density in prepubertal obese and control children: relation to body weight, lean mass, and fat mass. *Journal Bone Miner Metabolism*, 26, 73–78.
- Rodrigues, M.A.M., (2004). Validação de um diário para a avaliação da actividade física habitual, tendo como referência a acelerometria - Estudo em adolescentes escolares. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.
- Rodrigues, M.A.M., Figueiredo, A. J., Silva, M.J.C. e, Mota, J. e Malina, R. M. (2008). Actividade Física e Saúde em Idade Pediátrica. Estudo em Adolescentes Escolares com Base em Diferentes Metodologias de Avaliação e Vários Critérios de Classificação. *In Boletim – Sociedade Portuguesa de Educação Física* (editora). Portugal, 37 – 49.
- Ross, W. D., Marfell-Jones, M. J. (1991). Kinanthropometry. *In* MacDougall, J. D., Wenger, H. A. e Green, H. J. (editors). *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*, Second edition. Champaign Illinois: Human Kinetics.

- Sardinha, L.B., Silva, A.M., Minderico, C.S., Teixeira, P.J. (2006). Effect of body surface area calculations on body fat estimates in non-obese and obese subjects. *Physiological Measurement*, 27, 1197–1209.
- Shih, R., Wang, Z., Heo, M., Wang, W., Heymsfield, S.B. (2000). Lower limb skeletal muscle mass: development of dual energy X-ray absorptiometry prediction model. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1380–1386.
- Silva, M., Figueiredo, A., Carvalho, H.M., Vaz, V., Gonçalves, C.E., Rêgo, I., Gonçalves, R.S., Reyes, M.E.P., Castagna, C., Vayens, R., Philipaerts, R.M., Malina, R.M. (2009). *Atleta e Adolescente: maturação esquelética, tamanho corporal, fraccionação da massa apendicular, potência muscular e aptidão anaeróbia*. FCDEF - Universidade de Coimbra (Ed.).
- Silva, A.M., Minderico, C.S., Teixeira, P.J., Pietrobello, A., Sardinha, L.B. (2006). Body fat measurement in adolescent athletes: multicompartiment molecular model comparison. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 955–964.
- Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, R.J., Stillman, M.N., Van Loan, M.D., Bembien, D.A. (1988). Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Human Biology*. Vol.60 (5), 709-723.
- Sobral, F., Silva, M., Figueiredo, A. (2007). *Cineantropometria – curso básico*. FCDEF - Universidade de Coimbra (Ed.).
- Spadano, J.L., Linda G Bandini, L.G., Must, A., Gerard E Dallal, G.E., Dietz, H.W. (2005). Longitudinal changes in energy expenditure in girls from late childhood through midadolescence. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 1102–1109.
- Strath, S.J., Brage, S., Ekelund, U. (2005). Integration of Physiological and Accelerometer Data to Improve Physical Activity Assessment. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (11), 563-571.
- Tanner, J.M. & Falkner, F. (1986). *Human Growth – A Comprehensive Treatise*, Second edition. Vol. 3. Edited by Frank Falkner and J.M. Tanner.
- Teixeira, P., Sardinha, L. B., Barata, J.L.T. (2008). *Nutrição, Exercício e Saúde*. Lidel, Edições Técnicas, Lda.
- Troiano, R.P., Berrigan, D., Dodd, K.W., Mâsse, L.C., Tilert, T., McDowell, M. (2007). Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 181–188.
- Villaça, D.S., Lerario, M.C., Corso, S., Nápolis, L., Albuquerque, A.L.P., Lazaretti-Castro, M., Sachs, A., Nery, L.E., Neder, J.A. (2008). Clinical value of anthropometric estimates of leg lean volume in nutritionally depleted and non-depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *British Journal of Nutrition*, 100, 380–386.

Wang, W., Wang, Z., Faith, M.S., Kotler, D., Shih, R., Heymsfield, S.B. (1999). Regional skeletal muscle measurement: evaluation of new dual-energy X-ray absorptiometry model. *Journal of Applied Physiology*, 87 (3), 1163–1171.

Wickel, E.E., Eisenmann, J.C. (2006). Within- and between-individual variability in estimated energy expenditure and habitual physical activity among young adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 538–544.

Zahner, L., Puder, J.J., Roth, R., Schmid, M., Guldemann, R., Pühse, U., Knöpfli, M., Braun-Fahrländer, C., Marti, B., Kriemler, S. (2006). A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6–13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. *BMC Public Health*, 6, 147.

Zalilah, M.S., Khor, G.L., Mirnalini, K., Norimah, A.K., Ang, M. (2006). Dietary intake, physical activity and energy expenditure of Malaysian adolescents. *Singapore Medicine Journal*, 47 (6), 491.