

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física
Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens



**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM JOGADORES DE
FUTEBOL DE 13 ANOS DE IDADE – VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO DE
SLAUGHTER E COLABORADORES.**

António José Ribeiro Oliveira

**COIMBRA
2010**

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens



DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM JOGADORES DE FUTEBOL DE 13 ANOS DE IDADE – VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO DE SLAUGHTER E COLABORADORES.

Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino para Crianças e Jovens [Área Científica de Ciências do Desporto, especialidade de Treino Desportivo], desenvolvida sob orientação do Prof. Doutor António José Barata Figueiredo e Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva.

António José Ribeiro Oliveira

COIMBRA

2010

Agradecimentos

Ao concluir a presente dissertação não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor António José Barata Figueiredo pelo desafio, disponibilidade permanente e desempenho na orientação desta pesquisa. Os seus conhecimentos, críticas, correcções e sugestões foram fundamentais na concretização deste trabalho. O seu apoio permitiu-me enriquecer os meus conhecimentos.

Ao Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva pela referência académica que representa e disponibilidade na co-orientação deste trabalho.

Aos clubes e atletas que participaram nesta pesquisa, pois sem eles esta não seria possível.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para que esta pesquisa se concretizasse.

Por fim, um agradecimento a toda a minha família que sempre esteve do meu lado, em especial ao meu irmão, Rui Pedro, pelo seu companheirismo e incondicional apoio e aos meus pais, Emília e Oliveira, responsáveis pela minha educação, formação académica e por tudo aquilo que sou hoje.

Resumo

O presente estudo teve como objectivo desenvolver equações antropométricas de estimação da percentagem de massa gorda (%MG) em jovens futebolistas, do sexo masculino, com 13 anos de idade. Para alcançar o objectivo foi necessário construir uma equação antropométrica adoptando as pregas usadas no estudo de Slaughter e col. (1988), cruzar os valores obtidos pela equação de Slaughter e col. (1988) com os valores da equação construída e com os valores fornecidos pela bioimpedância como medida critério. Pretendeu-se ainda estudar a associação entre a medida de composição corporal e o desempenho funcional.

A amostra foi constituída por 16 atletas de futebol, do sexo masculino (idade, $13,4 \pm 0,4$ anos; massa corporal, $48,4 \pm 8,0$ Kg ; estatura, $1,59 \pm 9,0$ m ; %MG, $21,0 \pm 4,2$) pertencentes a dois clubes que competem no Campeonato Distrital da Associação de Futebol de Coimbra. Foram medidas 7 pregas adiposas (tricipital, bicipital, crural, geminal medial, subescapular, suprailíaca e abdominal), com um adipómetro “Lange” *Skinfold Caliper*. A %MG foi estimada por bioimpedância e o desempenho funcional avaliado através de dois testes (PACER e Sit-ups).

Os resultados mostram que ao recorrer-se à percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância, como variável dependente e às pregas de adiposidade como variável independente, é possível determinar uma equação com base no somatório das pregas tricipital e subescapular ($\sum \text{TricSub}$ foi: %MG = $0,298 \cdot (\sum \text{TricSub}) - 0,002 \cdot (\sum \text{TricSub})^2 + 14,114$) e outra com base no somatório das pregas tricipital e geminal medial ($\sum \text{TricGlm}$ foi: %MG = $0,281 \cdot (\sum \text{TricGlm}) + 14,112$).

Graças ao presente estudo foi possível tirar as seguintes conclusões: a prática desportiva influencia a composição corporal; as pregas tricipital e geminal medial estão entre as que mais se associam à percentagem de massa gorda total medida por bioimpedância; as equações elaboradas por Slaughter e col. (1988) apresentam uma correlação moderada com o resultado calculado por bioimpedância; a construção de novas equações baseadas nos mesmos pressupostos (pregas) das equações de Slaughter e col. (1988) não aumentam a correlação com a medida critério (bioimpedância) e a

quantidade de Massa Gorda está inversamente relacionada com o desempenho funcional.

Palavras-chave: Composição corporal, percentagem de massa gorda, pregas adiposas, bioimpedância, desempenho funcional.

Abstract

This study intended to develop anthropometric equations to predict percent body fat (% BF) in young soccer players, male, with 13 years of age. To accomplish this goal it was necessary to create an anthropometric equation by taking the skinfold used in the study of Slaughter et al. (1988), crossing the values achieved by Slaughter et al. (1988) equation's with the values of the equation conceived and with the values provided by the bioimpedance (BIA) as a criterion measure. It was still intended to study the association between the measure of body composition and functional performance.

The sample consisted of 16 soccer players, male (age, 13.4 ± 0.4 years, weight, 48.4 ± 8.0 kg, height, 1.59 ± 9.0 m; %BF, 21.0 ± 4.2) of two clubs that compete in the District Association Football League of Coimbra. Seven skinfolds (triceps, biceps, crural, calf, subscapular, suprailiac and abdominal) were measured with a Lange Skinfold Caliper. % BF was estimated by BIA and the functional performance assessed through two tests (PACER and Sit-ups).

The results show that by resorting to the %BF by BIA, as the dependent variable and the skinfolds as an independent variable, it is possible to obtain an equation based on the sum of triceps and subscapular ($\Sigma\text{TricSub}:\% \text{MG} = 0.298. (\Sigma\text{TricSub}) - 0,002. (\Sigma\text{TricSub})^2 + 14.114$) and another one with based on the sum of triceps and calf ($\Sigma\text{TricGlm}:\% \text{MG} = 0.281. (\Sigma\text{TricGlm}) + 14.112$)

Through this study we could conclude that: sport influences the body composition; the skinfolds, triceps and calf, are among the most associated to the %BF measured by BIA; the equations developed by Slaughter et al. (1988) showed a moderate correlation with the results calculated by BIA; the construction of new equations based in skinfolds indicators of the Slaughter et al. (1988) equation's do not increase the correlation with the criterion measure (BIA) and the amount of fat mass is inversely related to functional performance.

Keywords: Body composition, percent body fat, skinfolds, bioimpedance, functional performance.

Índice Geral

1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	5
2.1. Introdução	5
2.2. Modelos Bicompartimentais vs Multicompartimentais	6
2.3. Métodos e técnicas de avaliação da composição corporal	7
2.3.1. Densitometria	7
2.3.2. Hidrometria	8
2.3.3. Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia	8
2.3.4. Avaliação por antropometria	9
2.3.5. Avaliação por pletismografia	10
2.3.6. Avaliação por bioimpedância	10
2.4. Estudos com bioimpedância e antropometria em populações pediátricas.....	12
2.5. Fórmulas preditivas da Massa Gorda em populações pediátricas	13
3. Metodologia.....	15
3.1. Caracterização da Amostra	15
3.2. Variáveis	15
3.2.1. Medidas antropométricas simples	15
3.2.2. Medidas antropométricas compostas.....	17
3.3. Bioimpedância	19
3.4. Avaliação do desempenho funcional	21
3.5. Procedimentos	21
3.6. Análise estatística	21
4. Apresentação de resultados.....	23
4.1. Estatística descritiva	23

4.2. Correlação entre as equações propostas por Slaughter e col. (1988) e a medida critério (Bioimpedância)	25
4.3. Associação entre as pregas de gordura subcutânea e a medida critério (Bioimpedância)	26
4.4. Função quadrática tendo as pregas tricipital e subescapular como variáveis independentes	26
4.4.1. Determinação dos coeficientes para a obtenção de uma equação específica para a amostra do presente estudo	26
4.4.2. Correlação entre a medida critério, a medida estimada pelo presente estudo e a medida estimada pela equação original.....	27
4.5. Função linear simples tendo as pregas tricipital e geminal medial como variáveis independentes	27
4.5.1. Determinação dos coeficientes para a obtenção de uma equação específica para a amostra do presente estudo	27
4.5.2. Correlação entre a medida critério, a medida estimada pelo presente estudo e a medida estimada pela equação original.....	28
4.6. Correlação entre as medidas concorrentes de percentagem de massa gorda e o desempenho funcional	28
5. Discussão de resultados	30
6. Conclusões	32
6.1. Limitações	32
6.2. Conclusões propriamente ditas	32
6.3. Considerações para investigações futuras	33
7. Bibliografia.....	34
Anexos.....	40

Índice de Tabelas

Tabela 1. Estatística descritiva nas variáveis antropométricas simples, para a amostra em estudo.	23
Tabela 2. Estatística descritiva nas variáveis compostas da morfologia externa, para a amostra em estudo.	23
Tabela 3. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função quadrática de Slaughter e col. (1988).	24
Tabela 4. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função linear simples de Slaughter e col. (1988).	24
Tabela 5. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela avaliação por bioimpedância.	25
Tabela 6. Estatística descritiva nas variáveis de desempenho funcional	25
Tabela 7. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância e pelas equações de Slaughter e col. (1988).	25
Tabela 8. Matriz de correlações entre as pregas de adiposidade e a percentagem de massa gorda dada pela avaliação por bioimpedância.	26
Tabela 9. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por Bioimpedância, pelas equações de Slaughter e col. (1988) e pela equação do presente estudo.	27

Tabela 10. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por Bioimpedância, pela equações de Slaughter e col. (1988), e pela equação construída com a amostra do presente estudo	28
Tabela 11. Correlações de linearidade simples entre o desempenho funcional e as percentagens de massa gorda determinadas por diferentes metodologias	29

Abreviaturas

ACT	Água Corporal Total
AF	Actividade Física
BIA	Avaliação por bioimpedância
CC	Composição Corporal
cm	centímetros
DEXA	Absortometria radiológica de raio X
Glm	Prega Geminal Medial
IMC	Índice de Massa Corporal
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilograma
L	Litro
m	metro
MG	Massa Gorda
mm	milímetro
OMS	Organização mundial de saúde
P	Pressão
PACER	Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run
Sub	Prega Subescapular
Tric	Prega Tricipital
V	Volume
%	Porcentagem
% MG	Porcentagem de Massa Gorda
Σ TricGlm	Somatório das pregas tricipital e geminal medial
Σ TricSub	Somatório das pregas tricipital e subescapular

Lista de anexos

Anexo A – Lista de cuidados a ter em conta antes da avaliação por bioimpedância.

Anexo B – Protocolo do teste para avaliação do desempenho funcional
– Sit-ups.

Anexo C – Protocolo do teste para avaliação do desempenho funcional
– PACER.

1. Introdução

A obesidade tem vindo a aumentar a sua prevalência de forma evidente em todo o mundo, facto que motivou a Organização Mundial de Saúde (OMS) a qualificar tal situação como a “Epidemia do Século XXI”. De acordo com as últimas estimativas da OMS, os actuais 1,6 mil milhões de adultos com excesso de peso aumentarão para 2,3 mil milhões em 2015, o que significa que cerca de um terço da população mundial terá excesso de peso (WHO, 2000).

O aumento da obesidade registado nos últimos anos ocorreu em todas as faixas etárias, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. Onis e Blossner (2000), ao analisarem dados mundiais sobre a avaliação do grau de desnutrição das populações, verificaram que em muitas sociedades em desenvolvimento o número de crianças obesas tornou-se gradativamente maior nas últimas décadas. Portugal é um dos países afectados por esta epidemia, pois apresenta valores de prevalência de obesidade em adolescentes que se enquadram nos parâmetros referidos para os países ocidentais, colocando-se entre os países europeus com maior prevalência de excesso de peso e de obesidade (Padez e col. 2004).

A obesidade infantil é preocupante devido ao risco acrescido que os indivíduos têm em se tornarem adultos obesos. Serdula e col. (1993) encontraram um risco no mínimo duas vezes maior de obesidade na idade adulta para as crianças obesas em relação às não obesas; cerca de um terço dos pré-escolares e metade dos escolares obesos tornam-se adultos obesos. Todas as fases da infância são importantes para o estudo da obesidade, porém a adolescência representa um período crítico para o desenvolvimento do excesso de peso. Nesta etapa do crescimento, o indivíduo adquire aproximadamente 25% da sua estatura final e 50% da sua massa corporal (Heald, 1975) e citando Guo e col. (1999) um jovem que seja obeso durante a adolescência terá aproximadamente 80% de probabilidade em tornar-se num adulto obeso

Apesar do alarmismo em torno da obesidade e sedentarismo, tem-se observado que o número de praticantes inscritos nas Federações Desportivas cresceu nos últimos 10 anos cerca de 35,2%, registando-se um volume de praticantes situado em cerca de

496.489 no ano de 2009 (Instituto do Desporto de Portugal, 2010). Segundo a mesma fonte as modalidades com maior número de inscritos foram o futebol com 29% do total, seguido do campismo e montanhismo (8,16%), basquetebol (8,1%) e voleibol (8,07%).

Na modalidade mais praticada em Portugal, verifica-se que 74,8% do total dos praticantes pertencem aos escalões de formação (Federação Portuguesa de Futebol, 2010), logo devido ao grande número de jovens que a modalidade futebolística envolve, torna-se importante desenvolver estudos nas diversas áreas que influenciam o treino de futebol.

Uma das áreas que colabora para o desenvolvimento do atleta de futebol está relacionada com os aspectos morfológicos, Porém a ideia de que o futebolista apenas necessita de uma óptima qualidade técnica, há muito tempo que foi ultrapassada, uma vez que se atribui uma grande relevância aos aspectos físicos, pois estes servem de suporte para as execuções tácticas e manutenção do alto nível técnico do atleta durante a partida (Oliveira e col., 2000). Verifica-se actualmente, no futebol, que as equipas técnicas recorrem às avaliações físicas como uma das etapas da orientação do treino, sendo estas avaliações um auxílio importante no diagnóstico, prescrição e controlo das cargas de treino (Vicente e col., 2000). Normalmente, estas avaliações são constituídas por avaliações fisiológicas (análise da capacidade aeróbia, anaeróbia e neuromuscular) e morfológicas (análise dos componentes corporais).

Para determinar a composição corporal existem, na literatura, uma série de equações que utilizam as pregas de gordura subcutâneas e outras medidas antropométricas, como por exemplo circunferências. Contudo essas equações são dirigidas a populações com características específicas que respeitam os dados usados na construção (Brodie e col., 1998). Ao aplicar uma equação de modelos de estimativa a outras populações faz-se aumentar o erro de estimativa. Assim sendo, quando se selecciona uma determinada equação deve-se ter em consideração factores como a idade, o género, a etnia, o estado de saúde e até a prática desportiva.

Um grande erro verificado na prática, ao seleccionar uma equação, é que não se tem em conta a prática desportiva. O nível de prática desportiva de um indivíduo influencia directamente o seu perfil de composição corporal. A prática de exercício

físico é capaz de reduzir a quantidade de gordura corporal e aumentar ou preservar a massa livre de gordura, sendo a magnitude desses efeitos afectada directamente pela intensidade do exercício. Logo facilmente podemos constatar que os jovens futebolistas e não futebolistas, da mesma idade e sexo, apresentam diferenças significativas ao nível da composição corporal.

As equações mais utilizadas nos estudos da composição corporal em populações pediátricas são as equações de Slaughter e col. (1988).

O presente estudo pretende construir uma equação aplicável a jogadores de futebol portugueses, com 13 anos de idade, do sexo masculino, assumindo os pressupostos matemáticos que estiveram na base da equação de Slaughter e col. (1988), nomeadamente na escolha das mesmas pregas e na escolha de uma função linear e de uma função quadrática. O problema enunciado desencadeia o seguinte conjunto de tarefas:

- 1) Construir uma equação antropométrica adoptando as pregas usadas no estudo de Slaughter e col. (1988) e ainda aquelas que revelem maior associação à percentagem de massa gorda medida por bioimpedância;
- 2) Cruzar os valores obtidos pela equação de Slaughter e col. (1988) com os valores da equação construída;
- 3) Cruzar os valores obtidos pela equação de Slaughter e col. (1988) com os valores dados pela bioimpedância;
- 4) Estudar a associação entre a medida de composição corporal e o desempenho funcional.

Apesar de cada vez mais surgirem inúmeras discussões sobre o treino infanto-juvenil, verifica-se que a literatura existente ainda é escassa, particularmente em modalidades como o futebol. Figueiredo (2007) explica que esta realidade deve-se, entre outros factores, à reduzida expressão do treino desportivo como objecto de estudo em países da Europa do norte e nos Estados Unidos da América, onde grande parte da investigação é realizada com atletas Universitários. Para tal, também contribui o facto

de o futebol ser uma modalidade com baixo impacto na América do norte.

De entre os estudos realizados com jovens, observa-se uma maior incidência na faixa etária dos 15 – 16 anos (Horta, 2003; Capela e col., 2005; citados por Figueiredo, 2007) do que em idades em que se inicia o crescimento pubertário.

2. Revisão da Literatura

2.1 Introdução

O interesse pelo estudo da composição corporal tem aumentado nos últimos cem anos, graças ao surgimento de novas tecnologias para a medição dos seus vários componentes. De acordo com Malina e Bouchard (1991), “o estudo da composição corporal visa, por meio de diversas técnicas que variam em complexidade, fraccionar e quantificar os principais tecidos que compõem a massa corporal”.

Na literatura são encontrados diferentes modelos de composição corporal, os quais permitem diferentes níveis de análise da mesma. Wang e col. (1992) propuseram um sistema em cinco níveis diferenciados de análise da composição corporal.

Nível I – Atómico. É composto aproximadamente por cinquenta elementos, sendo 98% da massa corporal total composta pela combinação de oxigénio, carbono, hidrogénio, nitrogénio, cálcio e fósforo. Os restantes elementos perfazem menos de 2% da massa corporal total. Existe tecnologia para a medição *in vivo* deste nível de composição corporal (Hawes in Eston & Reilly, 1996).

Nível II – Molecular. É formado por mais de 100.000 componentes químicos, os quais podem ser reduzidos a cinco grupos: água, lípidos, proteínas, carboidratos e minerais. A quantidade de gordura corporal (lípidos) está intimamente ligada à noção de composição corporal, porém não existem meios de medição directos da gordura corporal *in vivo*. Outros componentes moleculares como a água, minerais e as proteínas dispõem de tecnologias para a sua medição directa *in vivo* (Hawes in Eston & Reilly, 1996). Os carboidratos encontram-se no músculo-esquelético sob a forma de glicogénio e não é usual a sua inclusão na estimativa da composição corporal (Malina, 2007).

Nível III – Celular. A interpretação da massa corporal é feita em função composição celular e extra-celular. Neste nível o corpo é dividido em três

componentes: massa celular total, fluido extra-celular (incluindo plasma intra e extra celular) e sólidos extra-celulares. A avaliação das várias componentes é feita através de técnicas bioquímicas e histológicas como por exemplo os métodos de diluição de isótopos para estimar o fluido extra-celular. *In vivo* não é possível medir os sólidos das células.

Nível IV – Tecidual- sistémico. Este nível inclui os tecidos, órgãos e sistemas. Os dois últimos apesar de corresponderem a diferentes níveis de complexidade, são a princípio, uma combinação dos diferentes tipos de tecidos. As quatro categorias de tecidos existentes são: muscular esquelético, visceral, adiposo e tecido residual. Neste nível para estimar o músculo-esquelético pode ser usada a excreção urinária de creatina.

Nível V – Corpo total ou corpo inteiro. No presente nível, o corpo é examinado em relação ao tamanho, forma, volume, densidade e características externas. Essas características podem ser medidas através das medidas antropométricas, como por exemplo as pregas de gordura subcutâneas.

Na área das Ciências do Desporto e Educação Física, o objectivo principal da mensuração da composição corporal é a determinação da quantidade de massa gorda, e, secundariamente, a estimativa da massa muscular e óssea. Sejam quais forem os meios técnicos que se utilize, a análise quantitativa da composição corporal baseia-se em dois modelos básicos: o modelo bicompartimental e o modelo multicompartimental.

2.2 Modelos Bicompartimentais vs Multicompartimentais

A maioria dos métodos, que têm suportado conceptualmente os métodos de campo, foram validados e desenvolvidos através do modelo bicompartimental. Este modelo descreve o corpo como sendo o resultado do somatório da massa gorda com a massa isenta de gordura. As limitações do presente modelo resultam da sua aplicabilidade em crianças, devido às alterações das componentes da massa isenta de gordura e da sua densidade durante o crescimento e maturação (Heyward & Stolarczik, 1996).

A precisão do modelo bicompartimental pode ser melhorada por meio de medições adicionais. Recentes avanços tecnológicos para medir a água corporal, minerais e outros componentes da massa isenta de gordura permitiram o desenvolvimento de modelos de múltiplos componentes (Modelos Multicompartimentais). Para Lohman (1992) estes últimos modelos são os mais indicados para estabelecer dados de referência e para desenvolver equações preditivas da composição corporal em crianças.

2.3 Métodos e técnicas de avaliação da composição corporal

Os métodos e técnicas de avaliação da composição corporal podem ser classificados de: Análise Química Directa e Métodos Indirectos, incluindo os laboratoriais e os de campo.

A Análise Química Directa apesar da elevada precisão tem uma utilização muito limitada, pois a análise é feita através da dissecação de cadáveres. Segundo Katch e McArdle (1978) não há meios para medir a gordura do corpo humano vivo (é necessário separar e pesar cada componente). Devido às dificuldades técnicas e complicações legais do exame de gordura em cadáveres, poucas foram as análises directas feitas nos dois últimos séculos.

Quanto aos Métodos Indirectos, verifica-se a existência de muitos métodos para estimar a composição corporal. Os métodos indirectos mais citados na literatura são: Densitometria, Hidrometria, Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia (DEXA), Antropometria, Pletismografia e Bioimpedância .

2.3.1 Densitometria

A densitometria é um conjunto de procedimentos técnicos utilizados para estimar a composição corporal, que por sua vez é estimada de acordo com a massa e volume corporal. Historicamente, este método para estimar a densidade e o volume corporal utilizava a pesagem hidrostática (Going, 1996). Actualmente, com o surgimento do Bod Pod, é possível estimar o volume e a densidade via pletismografia

por deslocamento de ar. Segundo Going (2005) tanto a pesagem hidrostática como a pletismografia oferecem estimativas aceitáveis de volume e densidade corporal. Hoje em dia, verifica-se que a avaliação por pletismografia tem emergido como uma alternativa à pesagem hidrostática (Fields, Goran & McCory, 2003).

2.3.2 Hidrometria

Segundo (Scholer, 2005), a hidrometria é a mensuração da água corporal total (ACT), que pode ser estimada por meio da diluição de isótopos. É um método invasivo devido à necessidade de ingerir ou aplicar uma substância no indivíduo (isótopos de hidrogénio) a qual será distribuída uniformemente por toda a água contida no corpo.

Tendo em conta que a água é o componente corporal mais abundante e em grande parte situa-se na massa isenta de gordura, a medição da ACT, assim como a distribuição de água intra e extracelular, torna-se importante para avaliar a composição corporal. Sabendo-se que 73% da massa isenta de gordura é água, e que a massa gorda não possui água, pode-se a partir da ACT estimar a massa isenta de gordura e, a partir desta última é possível estimar a massa gorda. Devido à variabilidade individual da ACT do comprimento de massa isenta de gordura (2%), Siri (1961) cit. Lohman (1992) estimou um erro de 2,6%g para a população específica e de 3,6% para a população geral.

2.3.3 Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia (DEXA)

A absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) é uma tecnologia relativamente nova, que vem sendo reconhecida como método de referência na análise da composição corporal.

Esta técnica parte do pressuposto de que o corpo é formado por 3 compartimentos (minerais ósseos corporais totais, tecido mole magro e gordura), todos com densidades diferentes (Kohrt, 1995 cit. Foss & Keteyian, 2000).

As estimativas do DEXA de mineral ósseo, tecido mole e gordura não costumam ser afectadas pela variação na composição química da massa isenta de gordura porque o DEXA foi desenvolvido para detectar a variação na massa mineral óssea.

Esta técnica tem o potencial para resultados muito precisos, independentemente da idade, sexo, ou raça do avaliado. Todavia é importante reconhecer que scanners e software de diferentes fabricantes oferecerão resultados distintos, sendo esta uma limitação da DEXA (Lohman & Chen, 2005).

2.3.4 Avaliação por antropometria

A antropometria é a ciência que estuda e avalia as medidas de tamanho e da proporção do corpo humano e inclui medidas como estatura, massa corporal, circunferências de vários segmentos ou áreas corporais (Fernandes, 1999). É um método não invasivo, que pode ser aplicado quer em laboratório, quer no terreno, podendo por este motivo ser aplicado em amostras numerosas (Guedes, 2006). Este método utiliza instrumentos portáteis, pouco dispendiosos e acessíveis, com procedimentos simples (Silva e col., 2008). Devido à simplicidade dos seus procedimentos, inocência, facilidade de interpretação e menores restrições culturais, faz com que este método seja bastante utilizado em crianças e adolescentes (Guedes, 2006).

Os valores obtidos através das medidas antropométricas podem ser utilizados tanto considerando-se o seu valor absoluto (estatura, massa corporal), como também em equações de predição dos diferentes componentes corporais ou em índices corporais. Quando se trata de equações para estimar a composição corporal as medidas antropométricas mais utilizadas são as pregas de gordura subcutânea (Guedes & Guedes, 1998). De acordo com Lohman (1981), a inclusão dos valores das pregas nas equações para estimar a massa gorda de um indivíduo e o valor dessa estimativa estar próximo do valor da gordura corporal devem-se ao facto de 50 a 70% da gordura corporal se encontrar ali localizada.

Para (Costa, 1996), existem dezenas de equações para estimar a composição corporal, contudo, para evitar erros de estimação acentuados, é fundamental seleccionar

uma equação cujas características da população que a validou sejam semelhantes às da amostra que se pretende estudar.

2.3.5 Avaliação por pletismografia

A pletismografia por deslocamento de ar consiste num meio densitométrico de determinação da composição corporal, com o peso corporal a ser determinado através da balança e o volume corporal calculado pela aplicação de leis dos gases no interior de duas câmaras.

Este método utiliza a relação inversa entre a Pressão (P) e o Volume (V), baseado na Lei de Boyle ($P_1V_1=P_2V_2$) para determinar o volume corporal. Após a determinação do volume corporal é possível aplicar os princípios de densitometria para calcular a composição corporal em que, $Densidade = Massa\ corporal / Volume\ corporal$ (Going, 1996; Mello e col., 2005; Higgins e col., 2006).

O presente método, quando comparado à pesagem hidrostática, revela-se um método válido e fiável para a avaliação da composição corporal (McCroy e col. 1995). Este método tem sido amplamente usado para determinar a composição corporal em populações pediátricas, estas revelam mais dificuldade em serem submetidos à pesagem em imersão.

A avaliação por pletismografia é um método fácil e rápido para a determinação da composição corporal, contudo, apenas poderá ser realizada em laboratório e requer um pletismógrafo por deslocação de ar, equipamento bastante caro, o que limita a sua utilização em algumas pesquisas.

2.3.6 Avaliação por bioimpedância (BIA)

ACSM (2006) considera a BIA um método muito usado para estimar a composição corporal. É um método simples, fácil de administrar, rápido, não-invasivo, barato e o equipamento utilizado é fácil de transportar, o que faz com que seja utilizado em situações e em indivíduos de idades, pesos corporais e estados de saúde diversos

(Kyle UG e col., 2004). Este método consiste na passagem de uma corrente eléctrica de baixa intensidade (500 a 800 microA e 50 kHz) através do corpo. A impedância, ou oposição ao fluxo da corrente eléctrica é medida por um analisador de BIA. A impedância varia de acordo com o tecido que está a ser medido, por exemplo, os tecidos isento de gordura são bons condutores de energia, devido à sua alta concentração de água e electrólitos, ao passo que a gordura é um mau condutor de energia, isto quer dizer que, um indivíduo com uma grande quantidade de massa isenta de gordura terá uma menor resistência à corrente eléctrica, ou seja um menor valor de impedância (Wagner & Heyward, 1999). Deste modo a resistência à passagem da corrente eléctrica está inversamente relacionada com a quantidade de massa isenta de gordura e a água corporal, as quais podem ser determinadas por esta via. O presente método assume que o formato do corpo humano assemelha-se a um cilindro com comprimento e área de secção transversal uniforme de material condutor homogéneo, a resistência é proporcional ao comprimento da via e inversamente proporcional ao seu diâmetro (Kyle UG e col., 2004).

Existem duas formas de efectuar a avaliação por bioimpedância (bioimpedância segmentada e a bioimpedância corpo inteiro (total)). A bioimpedância segmentada estima a composição corporal através da passagem de corrente eléctrica pela parte superior ou apenas pela parte inferior do corpo. Os eléctrodos são colocados mão-a-mão ou pé-a-pé respectivamente (Dittamar e col., 2004; Lukaski e col., 2003). A bioimpedância corpo inteiro envolve a medição da resistência total do organismo. Os eléctrodos são colocados mão-a-pé e a corrente passa ao longo de todo o corpo (Dittamar e col., 2004).

A exactidão do método BIA é altamente dependente do controle de factores que podem aumentar os erros de medição. Factores como tipo de instrumento, colocação do eléctrodo, nível de hidratação, alimentação e prática de exercícios anteriores, temperatura ambiente e equação de predição (Heyward & Stolarczyk, 2000).

Para não comprometer o resultado da BIA, cuidados prévios devem ser tomados em consideração, como não comer ou beber nas 4 horas anteriores ao teste; evitar actividade física moderada a vigorosa por um período de 12 horas antes do teste; evacuar e urinar antes do teste; não ingerir diuréticos, incluindo cafeína antes da

avaliação, a não ser que prescritos pelo médico. O desrespeito por estas orientações aumenta substancialmente o erro de medição. Adicionalmente, deve verificar-se se as equações contidas no computador do analisador são válidas e precisas para a população a ser avaliada (Heyward & Stolarczyk, 2000).

Em geral, a predição da percentagem de gordura a partir da BIA é semelhante à das pregas adiposas (ACSM, 2006).

2.4 Estudos com bioimpedância e antropometria em populações pediátricas

Cocetti e col. (2009) compararam os componentes da composição corporal, obtidos pela BIA (pé-a-pé) e pela espessura das pregas subcutâneas, em crianças. A amostra foi constituída por 1286 crianças (703 femininas e 538 masculinos), com idades entre 7 e 9 anos. As pregas adiposas avaliadas foram a tricipital e subescapular. Os resultados obtidos demonstraram que a técnica de BIA (pé-a-pé) é comparável à técnica das pregas subcutâneas para avaliar a composição corporal de crianças em estudos populacionais. Individualmente, a ampla variabilidade observada em algumas medidas sugere que a utilização da BIA (pé-a-pé) ou das pregas subcutâneas deve ser associada a outros indicadores na avaliação da composição corporal.

Paineau e col. (2008) compararam os métodos de campo, técnicas antropométricas (pregas adiposas) e análise por BIA, para avaliar a MG em crianças europeias prépubertárias. Foram avaliadas 55 crianças (30 rapazes, 25 raparigas), com uma média de idade de 8,7 anos. Para se medir o volume do corpo foi utilizada a pletismografia, enquanto que a água corporal total foi mensurada pelo método de diluição de deutério, concluindo-se que os métodos de campo podem ser recomendados para medir a MG em aplicações epidemiológicas, mas não a título individual.

Rodríguez e col. (2005) compararam equações geralmente utilizadas para predizer a gordura corporal a partir de pregas adiposas, em adolescentes de ambos os sexos, recorrendo ao DEXA como método de referência. Foram estudados 238 adolescentes caucasianos (113 masculinos e 167 femininos) com idades dos 13,9 aos 17,9 anos. A

percentagem de MG foi calculada através das equações de Slaughter e col. (1988), sendo os resultados destas comparados com os valores resultantes da DEXA. Concluiu-se que para calcular a percentagem de MG, quando um índice relativo de gordura é necessária em estudos de campo ou estudos clínicos, as equações de Slaughter e col. (1988) podem ser utilizadas em adolescentes de ambos os sexos.

Nogueira (2005) analisou as associações entre actividade física (AF), actividade sedentária e composição corporal (CC), e comparou os resultados da CC obtidos por antropometria e BIA, com a hidrometria em adolescentes fisicamente activos do Distrito Federal (Brasil). A amostra foi constituída por 104 sujeitos (femininos e masculinos) com idades entre os 11 e os 15 anos. Estes foram avaliados através da antropometria, BIA e hidrometria, sendo os resultados dos diferentes métodos comparados entre si. Concluiu-se que, a antropometria e BIA apresentam valores válidos na determinação da CC em estudos epidemiológicos, uma vez que, a título individual verifica-se uma sub ou super estimação dos valores.

2.5 Fórmulas preditivas da MG em populações pediátricas

Inúmeras são as equações, para determinação da densidade corporal, que utilizam as medidas de pregas cutâneas, segundo o estágio de maturação, etnia e género para as quais se destinam a sua aplicação. Autores como Evans e col. (2005), Peterson e col. (2003) desenvolveram, respectivamente, equações para atletas e adultos.

Embora existam alguns modelos matemáticos para determinar a densidade corporal, baseados nas medidas das pregas cutâneas de diferentes regiões e segmentos corporais, poucos são os estudos que se propuseram a desenvolver parâmetros específicos para a determinação de %MG em crianças e adolescentes.

Slaughter e col. (1988) desenvolveram algumas equações específicas para indivíduos em idades prépubertárias, pubertárias e pós-pubertárias, adoptando diferentes constantes, a fim de se evitar valores de densidade corporal sub ou super estimados, já que a variação dos componentes musculares e adiposos pode ser elevada entre estes

grupos etários. Assim, estes autores apresentaram as seguintes propostas:

a) Com base nas pregas tricipital (Tric) e subescapular (Sub)

a.1) Prépubertários:

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

a.2) Pubertários:

$$\%MG = 1,21 (\text{Tric} + \text{Sub}) - 0,008 (\text{Tric} + \text{Sub})^2 - 3,4$$

a.3) Pós-pubertários:

$$\%MG = 1,21 (\text{Tric} + \text{Sub}) - 0,008 (\text{Tric} + \text{Sub})^2 - 5,5$$

b) Com base nas pregas tricipital (Tric) e geminal medial (Glm)

$$\%MG = 0,735 (\text{Tric} + \text{Glm}) + 1,0$$

c) Quando o somatório das pregas tricipital (Tric) e subescapular (Sub) é superior a 35mm

$$\%MG = 0,783 (\text{Tric} + \text{Sub}) + 1,6$$

O modelo matemático para cálculo de %MG proposto por Slaughter e col. (1988) oferece vantagens práticas para a avaliação da quantidade relativa de gordura corporal em crianças, já que adota constantes específicas para cada faixa etária.

3. Metodologia

3.1 Caracterização da amostra

A amostra constituída por 16 atletas de futebol, do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 13 e os 14 anos (13.4 ± 0.4), pertencentes a dois clubes que competem no Campeonato Distrital da Associação de Futebol de Coimbra.

3.2 Variáveis

3.2.1 Medidas antropométricas simples

Foram seguidos os procedimentos antropométricos publicados no livro “Cineantropometria – Curso Básico”, Sobral, Coelho e Silva & Figueiredo (2007), para avaliar as variáveis antropométricas: Estatura, Massa Corporal, Altura Sentado, e Pregas adiposas subcutâneas (Tricipital, Bicipital, Subescapular, Suprailiaca, Abdominal, Crural Anterior e Geminal Medial).

a) Estatura

A estatura foi registada através de um estadiómetro “*Harpenden*”, modelo 98.603. Os valores foram expressos em centímetros com aproximação às décimas. Para a sua medição os sujeitos serão observados na posição de pé, imóveis e descalços, em calções e *t-shirt*, encostados ao estadiómetro, mantendo os membros superiores naturalmente ao lado do tronco e imediatamente após inspiração profunda, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfort*.

b) Massa corporal

Os sujeitos efectuaram a pesagem descalços em 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.

c) Altura sentado

Foi utilizando um estadiómetro com banco acoplado (*Sitting Height Table Harpender*), o observado sentou-se de modo a permitir a medição da altura sentado, sendo utilizados os mesmos procedimentos de medição para a estatura.

d) Pregas subcutâneas

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutâneas utilizou-se um adipómetro “LANGE” *Skinfold Caliper* com aproximação a 0,2mm no lado direito do corpo (com a excepção da prega abdominal, que foi medida do lado esquerdo do corpo), com o indivíduo em posição antropométrica. Todas as medidas foram efectuadas pelo mesmo antropometrista no Laboratório de Biocinética da Faculdade do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Tricipital

A prega de gordura assume uma orientação vertical na face posterior do braço, a meia distância entre os pontos acromial da omoplata e olecraneano do cúbito.

Bicipital

Situada na parte média e anterior do braço com os mesmos procedimentos e pontos de referência da prega tricipital.

Subescapular

Esta prega assume uma orientação oblíqua dirigida para baixo e para o fora. É medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do bordo inferior e interno da omoplata.

Suprailíaca

A prega suprailíaca sobre a linha midaxilar e a 2 cm do bordo superior da crista ilíaca, acompanhando a orientação das fibras do músculo grande oblíquo (prega oblíqua).

Geminal medial

Esta prega vertical é medida com a articulação do joelho flectida formando a perna e a coxa um ângulo de 90° entre si, na parte média e interna da perna, na zona de maior perímetro do meio da perna (prega vertical).

Abdominal

A prega abdominal é medida no ponto localizado a 3cm ao lado do centro do umbigo e 1cm abaixo do mesmo (prega horizontal).

Crural anterior

Esta prega vertical é medida a meia distância entre o sulco inguinal e o início da patela.

3.2.2 Medidas antropométricas compostas

Com base nas medidas antropométricas simples determinou-se um conjunto de índices:

Índice de massa corporal

Os valores do índice de massa corporal (IMC) são obtidos dividindo a massa corporal (em quilogramas) pela estatura (em metros) elevada ao quadrado, segundo a equação:

$$\text{IMC} = \text{Massa corporal} / \text{Estatura}^2$$

esta variável é expressa em Kg / m². É amplamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas. Embora o IMC esteja associado à adiposidade, em muitas circunstâncias a correlação com a percentagem de MG é reduzida, passando a não ser específico para a avaliação da obesidade nomeadamente nos rapazes pubertários (Sardinha & Moreira, 1999).

Índice córmico

O rácio entre a altura sentado e a estatura informa sobre a percentagem de estatura que é explicada pela medida longitudinal do tronco e cabeça. Esta associação é determinada pela seguinte fórmula:

$$(\text{Altura sentado} / \text{Estatura}) \times 100$$

esta variável é expressa em valores percentuais.

Somatório das pregas de gordura subcutânea

Trata-se da soma aritmética dos valores correspondentes à medição das sete pregas anteriormente descritas. Esta variável é expressa em mm.

Rácio entre as pregas do tronco e dos membros

Somatório das pregas subescapular, suprailíaca e abdominal a dividir pela soma das pregas tricipital, bicipital e geminal, expressa em mm / mm.

Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricipital e subescapular como preditores

Recorreu-se à fórmula de Slaughter et al. (1988) para os rapazes, com menos de 35mm no somatório das pregas tricipital e subescapular, nomeadamente:

$$1.21 (\text{Tric} + \text{Sub}) - 0.008 (\text{Tric} + \text{Sub})^2 - 3.4$$

Percentagem de massa gorda – equação antropométrica tendo as pregas tricipital e geminal medial como preditores

Recorreu-se à função linear simples de Slaughter e col. (1988) para rapazes, independentemente do valor do somatório das pregas utilizadas como preditoras, nomeadamente:

$$0.735 (\text{prega tricipital} + \text{prega geminal medial}) + 1.0$$

3.3 Bioimpedância

A bioimpedância foi o método utilizado para determinar a percentagem de massa gorda dos sujeitos constituintes da amostra.

Os procedimentos deste teste foram os seguintes:

1. O atleta colocou-se em decúbito dorsal, numa superfície não condutora, durante pelo menos 5 minutos, de modo a que os líquidos corporais se distribuam;
2. As medidas da bioimpedância foram executadas do lado direito do corpo, mantendo a posição do decúbito dorsal, realizando-se uma limpeza de pele nos pontos de colocação dos eléctrodos, com álcool;

3. 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;
4. 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;
5. Conectar os cabos de ligação aos eléctrodos apropriados. Os cabos vermelhos são conectados à mão e ao pé, e os cabos pretos às articulações do punho e do tornozelo;
6. Ter a certeza de que os membros inferiores estão abduzidos a 45°, e os membros superiores estão abduzidos a 30°;
7. Assegurar que não há qualquer contacto entre as coxas e entre os braços e o tronco, pois pode afectar o circuito de corrente eléctrica.

Para fazer a leitura da resistência e da reactância do corpo, à passagem de corrente eléctrica de baixa intensidade foi utilizado o aparelho *Akern*, modelo BIA101, *Akern Srl, Florence, Italy*, 2004, previamente calibrado para os valores de referência, no Laboratório de Biocinética da FCDEF-UC.

Os valores obtidos foram inseridos, juntamente com o peso, a altura e a data de nascimento, no programa *BodyGram 1.3* da *Akern S.r.l* a partir dos quais é determinada a percentagem de Massa Gorda. Também, nos dá informações acerca de massa magra, da taxa metabólica de repouso, da percentagem de água e de mais alguns componentes.

Com o objectivo de assegurar a validade dos dados, foram realizadas duas medições, sendo fornecido aos atletas, antes da primeira medição, uma lista de procedimentos necessários, indicados no protocolo da BIA 101 (em anexo).

3.4 Avaliação do desempenho funcional

Para avaliar o desempenho funcional, recorreu-se a duas provas motoras, uma para avaliar a componente aeróbia (prova de 20m Shuttle Run, também conhecida como PACER (Leger & Lambert, 1982).) e outra a força média abdominal (prova de “sit-ups” em 60 segundos (Morrow e col., 1995)). Ambas as provas foram realizadas no mesmo dia, sendo primeiramente avaliada o desempenho da força abdominal e posteriormente desempenho aeróbio.

Os protocolos das provas que compõem a avaliação da aptidão física encontram-se em anexo.

3.5 Procedimentos

Foi entregue aos clubes e encarregados de educação um ofício solicitando autorização para o desenvolvimento da pesquisa. Foram prestadas todas as informações e esclarecimentos de forma pormenorizada, o objectivo e procedimentos do estudo. Os alunos participaram no estudo de forma livre e espontânea.

Após a recolha das autorizações deu-se início aos procedimentos de avaliação.

3.6 Análise estatística

Para se proceder ao tratamento estatístico dos dados foi utilizado o “*software*”, “*Statistical Program for Social Sciences – SPSS*”, versão 11.0 para o *Windows*.

Na apresentação da estatística descritiva será utilizada a média de tendência central e o desvio padrão como medida de dispersão para os diferentes domínios das variáveis (antropométricas simples e compostas, de composição corporal e de desempenho funcional). Relativamente à estatística inferencial, serão utilizadas as correlações bivariadas simples entre:

- A %MG determinada pela avaliação dada por bioimpedância e pelas equações de Slaughter e col. (1988), tendo como variáveis preditoras as pregas tricipital e subescapular, e as pregas tricipital e geminal medial;
- As pregas de adiposidade (tricipital, bicipital, crural, geminal, subescapular, suprailíaca e abdominal) e a %MG dada pela avaliação por bioimpedância para os sujeitos com valor igual ou inferior a 35mm no somatório das pregas tricipital e subescapular;
- A %MG determinada pela avaliação dada por bioimpedância e pelas equações de Slaughter e col. (1988), tendo como variáveis preditoras as pregas tricipital e subescapular, e pelas equações construídas com a amostra do presente estudo recorrendo às mesmas variáveis preditoras;
- A %MG é determinada pela avaliação por bioimpedância e pelas equações de Slaughter e col. (1988), tendo como variáveis preditoras as pregas tricipital e geminal medial, e pelas equações construídas com a amostra do presente estudo recorrendo às mesmas variáveis preditoras.

Nos testes de estatística inferencial foi considerado o nível de significância de 5%.

4. Apresentação de Resultados

4.1 Estatística descritiva

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam os parâmetros de tendência central e dispersão das variáveis antropométricas simples e compostas, respectivamente.

Tabela 1. Estatística descritiva nas variáveis antropométricas simples, para a amostra em estudo.

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	anos	12.8	14.3	13.4	0.4
Anos de prática	anos	1.0	9.0	5.1	2.3
Massa corporal	Kg	33.7	58.6	48.4	8.0
Estatura	Cm	146.0	173.2	159.0	9.0
Altura sentado	Cm	74.7	89.6	82.1	5.3
Comprimento membros inferiores	Cm	70.3	85.6	76.9	5.0

Tabela 2. Estatística descritiva nas variáveis compostas da morfologia externa, para a amostra em estudo.

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Índice Córnico	%	48.3	54.8	51.6	1.6
Índice de massa corporal	Kg/m ²	15.8	22.6	19.0	1.8
Somatório sete pregas	Mm	32.0	138.0	82.6	29.7
Somatório tricipital e subescapular	Mm	8.0	30.0	20.0	6.3
Somatório tricipital e geminal	Mm	9.0	47.0	24.4	9.8
Rácio tronco/membros**	mm/mm	0.6	1.4	1.0	0.2

** (tronco: subescapular, suprailíaca, abdominal; membros: tricipital, bicipital e geminal).

Na Tabela 3 está indicada a estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função quadrática de Slaughter e col. (1988), utilizando o somatório das pregas tricripital e subescapular como variáveis independentes.

Tabela 3. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função quadrática de Slaughter e col. (1988).

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa Gorda	Kg	1.9	13.7	8.5	3.1
	%	5.8	25.7	17.3	5.7
Massa Isenta de Gordura	Kg	28.8	48.8	39.9	6.5
	%	74.3	94.2	82.7	5.7

A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função linear simples de Slaughter e col. (1988), utilizando o somatório das pregas tricripital e geminal medial como variáveis independentes.

Tabela 4. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela função linear simples de Slaughter e col. (1988).

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa Gorda	Kg	2.6	18.9	9.2	3.9
	%	7.6	35.5	18.9	7.2
Massa Isenta de Gordura	Kg	28.4	48.2	39.2	6.9
	%	64.5	92.4	81.1	7.2

Na Tabela 5 está representada a estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela avaliação por bioimpedância.

Tabela 5. Estatística descritiva nas variáveis proporcionadas pela avaliação por bioimpedância.

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa Gorda	Kg	6.3	14.2	10.1	2.4
	%	13.9	28.3	21.0	4.2
Massa Isenta de Gordura	Kg	27.4	48.2	38.3	7.0
	%	71.7	86.1	4.2	79.1
Água corporal	L	24.7	37.7	31.5	4.4
	%	60.1	73.3	3.7	65.4
Taxa metabólica de repouso	Kcal	964.0	1500.4	162.3	1219.7

A Tabela 6 apresenta os valores mínimos, máximos, média e desvio padrão, nas variáveis de aptidão física.

Tabela 6. Estatística descritiva nas variáveis de desempenho funcional.

Variável	Unidade de Medida	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
PACER	m	600	1740	1141.3	275.3
Sit-ups	repetições	35	58	50.1	6.4

4.2 Correlação entre as equações propostas por Slaughter e col. (1988) e a medida critério (Bioimpedância)

Na Tabela 7 estão indicadas as correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda dada pela bioimpedância, e as estimativas calculadas pelas duas fórmulas de Slaughter e col. (1988).

Tabela 7. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por Bioimpedância e pelas equações de Slaughter e col. (1988).

	Equações de Slaughter e col. (1988)			
	[tricipital + subescapular]		[tricipital + geminal medial]	
	r	P	r	p
Bioimpedância	0.56	0.02*	0.65	0.01*

*p≤0.05

4.3 Associação entre as pregas de gordura subcutânea e a medida critério (Bioimpedância)

A Tabela 8 mostra a matriz de correlações entre as pregas de adiposidade e a percentagem de massa gorda obtida pela avaliação por bioimpedância.

Tabela 8. Matriz de correlações entre as pregas de adiposidade e a percentagem de massa gorda dada pela avaliação por bioimpedância.

	r	p
Prega tricipital	0.61	0.013*
Prega bicipital	0.70	0.002*
Prega crural	0.74	0.001*
Prega geminal	0.66	0.006*
Prega subescapular	0.28	0.296
Prega suprailíaca	0.68	0.004*
Prega abdominal	0.70	0.003*

*p≤0.05

4.4 Função quadrática tendo as pregas tricipital e subescapular como variáveis independentes

4.4.1 Determinação dos coeficientes para obtenção de uma equação específica para a amostra do presente estudo

Recorrendo à percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância, como variável dependente, é possível determinar uma equação com base no somatório das pregas tricipital e subescapular no formato [$y = a \cdot x + b \cdot x^2 + c$], tal como apresentado na Equação 1.

$$\%MG = 0,298 \cdot (Tric + Sub) - 0,002 \cdot (Tric + Sub)^2 + 14,114$$

Equação 1. Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda, com base nas pregas tricipital e subescapular.

4.4.2 Correlação entre a medida critério, a medida estimada pelo presente estudo e a medida estimada pela equação original

A Tabela 9 apresenta as correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância e as estimativas calculadas pela fórmula de Slaughter e col. (1988) e pela fórmula do presente estudo, tendo como variáveis predictoras as pregas tricipital e subescapular.

Tabela 9. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por Bioimpedância, pelas equações de Slaughter e col. (1988) e pela equação do presente estudo.

	Equações			
	Slaughter e col. (1988)		Presente estudo	
	[tricipital + subescapular]		[tricipital + subescapular]	
	r	p	r	p
Bioimpedância	0.56	0.02*	0.56	0.02*

* $p \leq 0.05$

4.5 Função linear simples tendo as pregas tricipital e geminal medial como variáveis independentes

4.5.1 Determinação dos coeficientes para obtenção de uma equação específica para a amostra do presente estudo

Recorrendo à percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância, como variável dependente, podemos determinar uma equação com base no somatório das pregas tricipital e geminal medial no formato [$y = a \cdot x + b$], tal como apresentado na Equação 2.

$$\%MG = 0,281 \cdot (Tric + Glm) + 14,112$$

Equação 2. Fórmula para estimar a percentagem de massa gorda, com base nas pregas tricipital e geminal.

4.5.2 Correlação entre a medida critério, a medida estimada pelo presente estudo e a medida estimada pela equação original

A Tabela 10 expõe as correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por bioimpedância e as estimativas calculadas pela fórmula de Slaughter e col. (1988) e pela fórmula do presente estudo, tendo como variáveis preditoras as pregas tricípital e geminal medial.

Tabela 10. Correlações bivariadas simples entre a percentagem de massa gorda determinada por Bioimpedância, pela equações de Slaughter e col. (1988), e pela equação construída com a amostra do presente estudo.

	Equações			
	Slaughter e col. (1988)		Presente estudo	
	[tricípital + geminal medial]		[tricípital + geminal medial]	
	r	p	r	p
Bioimpedância	0.65	0.01*	0.65	0.01*

* $p \leq 0.05$

4.6 Correlação entre as medidas concorrentes de percentagem de massa gorda e o desempenho funcional.

A Tabela 11 apresenta os coeficientes de correlação bivariada simples entre o desempenho funcional e as várias medidas de determinação da percentagem de massa gorda com base em diferentes indicadores, de acordo com as equações propostas por Slaughter e col. (1988), e as construídas no presente estudo, bem como com a aplicação da bioimpedância.

Tabela 11. Correlações de linearidade simples entre o desempenho funcional e as percentagens de massa gorda determinadas por diferentes metodologias.

	Sit-ups		PACER	
	r	p	r	p
Equação Slaughter e col. (1988), TS	- 0.03	0.92	- 0.09	0.74
Equação do presente estudo, TS	- 0.03	0.92	- 0.09	0.74
Equação Slaughter e col. (1988), TG	- 0.23	0.40	- 0.30	0.27
Equação do presente estudo, TG	- 0.23	0.40	- 0.30	0.27
Bioimpedância	- 0.25	0.36	- 0.42	0.10

* $p \leq 0.05$; Pacer – prova de endurance aeróbia pelo teste 20 meter multistage shuttle run; TS – tendo como indicadores as pregas tricipital e subscapular; TG tendo como indicadores as pregas tricipital e geminal medial.

5. Discussão de Resultados

Ao compararmos os resultados da estatística descritiva do presente estudo referentes à massa corporal, somatório das sete pregas, somatório das pregas tricipital e geminal medial e o valor da massa gorda determinado pela função linear simples de Slaughter e col (1988) (Tabelas 1, 2 e 4) com os resultados obtidos por Paulo Francisco (2009) num estudo semelhante a este realizado com estudantes com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos, observamos uma tendência de os valores nos vários itens serem superiores no estudo dos não atletas. Estes resultados vão de encontro ao mencionado por Bailey & Martin (1988) e Malina (1988) em que referem que os atletas infanto-juvenis possuem uma menor massa gorda e maior massa isenta de gordura (massa muscular) quando comparados com os não atletas.

A correlação entre as equações de Slaughter e col. (1988) e a bioimpedância é significativa ($p \leq 0.05$), verificando-se que a equação baseada nas pregas tricipital e subescapular apresenta um coeficiente de correlação menor quando comparado com a equação que se baseia nas pregas tricipital e geminal medial, apresentando respectivamente os valores de correlação 0.56 e 0.65 (Tabela 7).

A relação manifestada entre as equações de Slaughter e col. (1988) e a bioimpedância, nos resultados do presente estudo, vão no mesmo sentido dos resultados obtidos por Coccheti (2009) e Nogueira (2005) em que revelam uma compatibilidade entre as diferentes metodologias de determinação da composição corporal.

Os coeficientes de correlação bivariada simples entre as pregas de adiposidade e a bioimpedância variam entre 0.28 para a prega subescapular e 0.74 para a crural anterior, sendo os vários casos com coeficiente de correlação significativos, a exceção da prega subescapular que regista um coeficiente de correlação não significativo ($p > 0.05$) (Tabela 8). Contudo os valores entre as pregas e a gordura corporal total expressa em percentagem não são elevados. Ao compararmos as pregas geminal medial e a subescapular, parece que a primeira ($r = 0.66$) é mais informativa do que a segunda ($r = 0.28$).

As funções quadrática e linear construídas no presente estudo apresentam um coeficiente de correlação igual às homólogas elaboradas por Slaughter e col.(1988) em relação à bioimpedância.

A associação entre as medidas de composição corporal e o desempenho funcional (Sit-ups e PACER) revelam-se sempre não significativas ($p>0.05$), independentemente do coeficiente de correlação considerar as equações de Slaughter e col. (1988) e as construídas no presente estudo ou a bioimpedância (Tabela 11).

Ao relacionar as variáveis do desempenho funcional com as percentagens de massa gorda obtidas pelas diferentes metodologias, verifica-se que os resultados apresentados nos testes de força abdominal e desempenho aeróbio, estão inversamente correlacionados com as percentagens de massa gorda calculadas através dos vários métodos. Todavia observa-se que a magnitude de associação, no Sit-ups e PACER, aumenta respectivamente de 0.03 e 0.09, quando a equação tem por base as pregas tricipital e subescapular, para 0.23 e 0.30 quando a equação considera as pregas tricipital e geminal medial. Porém a bioimpedância oferece as correlações mais elevadas em ambos os testes, isto é, aptidão muscular 0.25 e aeróbia 0.42.

Os resultados da Tabela 11 estão em concordância com Pate e col. (1989) que referem que os valores da adiposidade condicionam o desempenho funcional do sujeito ou seja, quanto maiores os valores registados na Massa Gorda, menor será a sua capacidade de resistência e força abdominal. Kiss e col. (1999) afirmam ainda que a Massa Gorda apresenta uma estreita relação com o desempenho funcional, que por sua vez vai influenciar o rendimento desportivo.

6. Conclusão

6.1 Limitações

Antes de abordar as conclusões finais do estudo, é importante referir as suas principais limitações.

As restrições ocorridas durante a recolha de dados condicionaram o número de elementos que constituíram a amostra (n= 16).

Juntando à limitação referida anteriormente o facto de os atletas pertencerem a clubes do mesmo distrito e de estarem a competir no mesmo campeonato não permitindo proceder a generalizações, uma vez que apenas está representada uma porção muito reduzida do universo composto pelos futebolistas de 13 anos de idade em Portugal.

Não ter sido possível reportar a fidelidade das pregas adiposas e da bioimpedância.

6.2 Conclusões propriamente ditas

Referidos os constrangimentos, serão de seguida apresentadas as respostas às principais questões que originaram o presente estudo.

Confirma-se que a prática desportiva influencia a composição corporal, no sentido de se registar uma tendência da diminuição da massa gorda e aumento da massa isenta de gordura nos sujeitos que praticam desporto.

Verifica-se que as pregas tricípital e geminal medial estão entre as que mais se associam à percentagem de massa gorda total medida por bioimpedância.

As equações elaboradas por Slaughter e col. (1988) apresentam uma correlação moderada ao resultado calculado por bioimpedância.

A construção de novas equações baseadas nos mesmos pressupostos (pregas) das equações de Slaughter e col. (1988) não aumenta a correlação com a medida critério (bioimpedância).

É notório que a quantidade de Massa Gorda está inversamente relacionada com o desempenho funcional.

6.3 Considerações para investigações futuras

Apresentadas as conclusões, serão levantadas algumas pistas para motivar futuros estudos.

Poderão ser desenvolvidos estudos no sexo feminino e também no sexo masculino em idades superiores ou inferiores.

Parecem existir mais vantagens em se optar por duas pregas dos membros, relativamente a uma prega dos membros e outra do tronco, quando se pretende obter uma equação de determinação de Massa Gorda.

A prova de PACER parece correlacionar-se mais à composição corporal do que a prova dos Sit-ups.

7. Bibliografia

ACSM (2006). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Seventh Edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Bailey D, Martin A (1988). The Growing Child and Sport: Physiological Considerations. In Small F, Magill R, Ash M (eds.). *Children in Sport*. Champaign: Human Kinetics Books, 103-117.

Brodie D., Moscrip V., Hutcheon R. (1998). Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, antropometry, and impedance methods. *Nutrition*, 14(3):296-310.

Cocetti, Monize, Castilho, Sílvia D, Barros F, Antonio A (2009). Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças. *Revista de Nutrição*; 22(4):527-536, Jul.-Ago.

Costa, R. F. (1996). Avaliação Física. São Paulo. *Fitness Brasil Collection*.

Onis M., Blossner M. (2000). Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr*; 72: 1032-9.

Dittamar M. (2004). Comparison of bipolar and tetrapolar impedance techniques for assessing fat mass. *Am J Hum Biol*;16:593-7.

Federação Portuguesa de Futebol (2010).

http://www.fpf.pt/portal/page/portal/PORTAL_FUTEBOL/DOCS/REGULAMENTOS/totais.pdf [pesquisa efectuada em 26/03/2010].

Fernandes, J. F. (1999). A Prática da Avaliação Física. RJ: Shape.

Fields, D.A, Goran M.I., McCroy M.A. (2003). Body composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *American Journal Clinical Nutrition*, 2003, Mai; 77 (5): 1338 -9.

Figueiredo, A.J. (2007). Morfologia, crescimento pubertário e preparação desportiva – estudo em jovens futebolistas dos 11 aos 15 anos. Tese de Doutorado. FCDEF – UC.

Foss & Keteyian. (2000). Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte. RJ: Guanabara Kooga.

Francisco, P.J. (2009). Determinação da composição corporal em adolescentes normoponderais validação da equação de Slaughter e colaboradores em adolescentes utilizando a avaliação por pletismografia como medida critério. Dissertação de Mestrado. FCDEF – UC.

Going S.B. (1996). Densitometry. In, *Human Body Composition*. Roche AF, Heymsfield SB & Lohman TG, Editors. Human Kinetics.

Going, S.B. (2005). Hydrodensitometry and air displacement plethysmography. In: S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z.M. Wang, and S.B. Going (eds.), *Human Body Composition, 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 17-33.

Guedes D.P. (2006). Recursos antropométricos para análise da composição corporal. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 20 (5), Set/2006, 115-119.

Guedes, D. P. & Guedes, J. E. R. P. (1998). Controle do Peso Corporal: Composição Corporal, *Atividade Física e Nutrição*. Londrina. Midiograf.

Guo S.S., Chumlea W.C. (1999). Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. *Am J Clin Nutr*; 70: 145-8

Heald E.P. (1975). Adolescent nutrition. *Med Clin North Am*; 59: 1329-36

Heyward V.H., Stolarsczyk L.M. (1996). Applied Body Composition Assessment - *Human Kinetics*.

Heyward, V. H. & Stolarczyk, L. M. (2000). Avaliação da composição corporal. SP:Manole.

Higgins P.B., Silva A.M., Sardinha L., Hull H.R., Goran M.I., Gower B.A., e Fields D.A. (2006). Validity of new child-specific thoracic gas volume prediction equations for air displacement plethysmography. *BMC Pediatrics*, 2006, 6:18.

Instituto do Desporto de Portugal (2010). *Estatísticas do Associativismo Desportivo, 1996-2009*. Instituto do Desporto de Portugal.

Kiss M. A. P. D. M., Bohme M. T. S. & Regazzini M. (1999). “Cineantropometria”. In Barros T. & Ghorayeb N., *O exercício – preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. São Paulo, Atheneu.

Kyle U. G., Bosaeus I., Lorenzo A.D., Deurenberg P., Elia M, ómez J.M., Heitmann BL, Kent-Smith L. (2004). Bioelectrical impedance analysis- part I: review of principles and methods. *lin Nutr* 23:1226-43.

Léger L. A., Lambert J. (1982). Maximal multistage 20 m shuttles run test to predict VO₂max. *European Journal of Applied Physiology*, v. 49, p 1-5.

Lohman, T. G. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, V. 53, n. 2, p. 181-225.

Lohman, T.G. (1992). Advances in human body composition. *Champaign, IL: Human Kinetics Publishers*.

Lohman, T.G., and Z. Chen (2005). Dual-energy x-ray absorptiometry. In: S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z.M. Wang, and S.B. Going (eds.), *Human Body Composition, 2nd Ed*. Champaign, IL, Human Kinetics Publishers.

Lukaski H.C., Siders W.A. (2003). Validity and accuracy of regional bioelectric impedance devices to determine whole-body atness. *Nutrition*, 19:851-7.

Malina R (1988). Training for Sport and Puberty. In Laron Z, Rogol A (eds). *Hormones and Sport*. New York: Raven Press, 1: 55-67.

Malina, R. (2007). Body composition in Athletes: Assessment and estimated fatness. *Clinics in sports medicine*, 26: 37-68.

Malina R. & Bouchard C. (1991). Growth, Maturation and Physical Activity. *Champaign Illinois*. Human Kinetics Publishers.

McCrorry M.A., Gomez T.D., Bernauer E.M., Molé P.A. (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmography for measuring human body composition. *Medicine and Science in sports and exercise*. 27: 1686-1691.

Mello M.T. e col. (2005). Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos, *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Niterói. Sept/Oct. 11 (5).

Morrow, J.R.; Jackson, Jr. A. W.; Disch, J.G.; Mood, D.P. (1995). Measurement and evaluation in human performance. *Human Kinetics*.

Mueller W.H., Martorell R. (1988). Reliability and accuracy of measurement. In, TG Lohman, AF Roche, R Martorell (*Editors*). *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics Books.

Nogueira A.D. (2005). Nível de actividade física e composição corporal através de hidrometria, bioimpedância e antropometria em adolescentes fisicamente activos do Distrito Federal. Tese de Doutorado em Ciências da Saúde – Universidade de Brasília, Brasília.

Oliveira P.R, Amorim C.E.N, Goulart L.F. (2000). Estudo do esforço físico no futebol Junior. *Revista Paranaense de Educação Física*, v.1, n.2, p.49-58.

Padez C., Fernandes T., Mourão I., Moreira P., Rosado V. (2004). Prevalence of overweight and obesity in 7–9-y old Portuguese children. Trends in body mass index from 1970 to 2002. *Am J Hum Biol*; 16:670–78.

Paineau D., Chieb S., Banu I., Valensi P., Fontan J., Gaudelus J., Chumlea C., Chapalain V, Bornet F, Boulier A (2008). Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Annals of human biology*. Mar/Apr. 2008. 35 (2): 185-198.

Pate R., Slentz C. & Katz P. (1989). Relationships between skinfold thickness and performance of health related fitness test items. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 60. N.º 2: 183 – 189.

Rodriguez G, Moreno L.A., Blay M.G., Blay V.A., Fleta J. Sarria A., Bueno M. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfolds thickness equations with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *European Journal Clinical Nutrition*. Oct; 59 (10): 1158-66.

Sardinha, L. & Moreira M. (1999). Avaliação da adiposidade em crianças e adolescentes através do índice de massa corporal. *Endocrinologia Metabolismo & Nutrição*. 8 (4): 155-165.

Schoeller, D.A. (2005). Hydrometry. In: S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z.M. Wang, and S.B. Going (eds.), *Human Body Composition, 2nd Ed*. Champaign, IL, Human Kinetics Publishers, pp. 35-49.

Serdula M.K., Ivery D, Coates R.J., Freedman D.S., Williamson D.F., Byers T. (1993). Do obese children become obese adults?- A review of the literature. *Prev Med*; 22:167-77.

Silva A.M. & Sardinha L.B. (2008). Adiposidade corporal: métodos de avaliação e valores de referência. In, *Nutrição, Exercício e Saúde*. Lidel – Edições técnicas. Cap. III: 135-18.

Siri W.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In J Brozek, A Henschel (eds), *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences-National Research Council, pp 23-244.

Slaughter M.H., Lohman T.G., Boileau R.A., Horswill C.A., Stillman R.J., Van Loan MD & Bembien D.A. (1988). Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Human Biology*, Oct. 60 (5): 709-723.

Sobral, Coelho e Silva & Figueiredo (2007). Cineantropometria – Curso Básico. Textos de Apoio, FCDEF-UC.

Vicente J.G.V., López J.G., Pascual C.M. (2000). Influencia de una pretemporada en el perfil cineantropométrico de futbolistas. *Archivos de medicina del Deporte*, v.17, n.75, p. 9- 20.

Wagner, D. R. & Heyward, V. H. (1999). Techniques of Body Composition Assessment: A Review of Laboratory and Field Methods. *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*. 70 (2), 135-149.

Wang Z.M., Pierson R.N., Heymsfield S.B. (1992). The five-level model: A new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition* 56:19-28.

WHO. (2000). Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. *WHO Consultation on Obesity, Geneva, World Health Organization*.

Anexos

A n e x o A

Lista de cuidados a ter em conta antes da avaliação por bioimpedância

Lista de cuidados a ter em conta antes da avaliação por Bioimpedância

- Não utilizar medicamentos diuréticos nos 7 dias que antecedem o teste;
- Manter-se em jejum pelo menos nas 4 horas que antecedem o teste;
- Não ingerir bebidas alcoólicas e café nas 48 horas que antecedem o teste;
- Não realizar actividades físicas extenuantes nas 24 horas anteriores ao teste.

Atenção: Em caso de dúvida ou para mais informações contactar o seu treinador.

Obrigado pela colaboração.

A n e x o B

Protocolo do teste para avaliação do desempenho funcional – Sit-ups

Sit-ups (teste de resistência muscular localizada)

Objectivo

O teste de Sit-ups, pretende avaliar directamente a resistência muscular da musculatura abdominal através da flexão e extensão do tronco. O objectivo do teste é tentar realizar o maior número de execuções possíveis em 60 segundos.

Descrição/Protocolo

O indivíduo deita-se em decúbito dorsal com as pernas flectidas e a planta dos pés em contacto com o solo. Os antebraços são cruzados sobre a face anterior do tórax, com a palma das mãos voltadas para o mesmo, com os dedos maiores das mãos em direcção aos acrómios. Os braços permanecem em contacto com o tórax durante toda a execução dos movimentos sendo o sujeito avaliado seguro por um colaborador de forma a mantê-lo em contacto com o solo (colchão). O indivíduo, por contracção da musculatura abdominal flecte o tronco até que ocorra contacto dos antebraços com as coxas, voltando à posição inicial (decúbito dorsal) até que toque o solo, pelo menos a metade anterior das omoplatas.

O teste inicia-se com as palavras "atenção, já" e termina com a palavra "pare". O número de movimentos executados correctamente em 60 segundos será o resultado. O cronómetro é accionado no "Já" e parado no "Pare".

O avaliado é informado da permissão de repouso entre os movimentos.,

Material:

- colchão;
- cronómetro;
- ficha de registo de dados;
- caneta.

A n e x o C

Protocolo do teste para avaliação do desempenho funcional – Pacer

Pacer (The Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run Test)

Objectivo:

O *Pacer* tem como objectivo a realização do maior número de percursos, sendo o resultado apresentado como total de metros percorridos, permitindo avaliar, de uma forma indirecta, a capacidade aeróbia dos sujeitos.

Descrição/Protocolo:

O teste consiste em realizar percursos de 20 metros, em regime de vaivém, a uma velocidade imposta por sinais sonoros (provenientes de uma gravação do protocolo do teste). Inicia-se a uma velocidade de 8,5 km.h e é constituído por patamares de um minuto, com o aumento da velocidade e consequentemente o aumento do nº de percursos em cada patamar.

Os participantes colocam-se na linha de partida e iniciam o teste ao primeiro sinal sonoro. Deverão chegar ao local marcado, ultrapassando a linha, antes de soar o próximo sinal sonoro. As mudanças de direcção devem ser feitas com paragem e arranque para o lado contrário, evitando trajectórias curvilíneas.

Em cada patamar (cada minuto), o intervalo de tempo entre os sinais sonoros vai diminuindo, o que significará um aumento da velocidade de execução dos participantes (0,5 km.h⁻¹ por patamar). O teste dá-se por finalizado com a desistência do participante, ou quando este não conseguir atingir a linha demarcada, 2 vezes consecutivas.

Material:

- cones de marcação (definir corredores);
- na reprodução sonora do protocolo utilizou-se uma aparelhagem e um cd com a gravação dos *bips*;
- fichas próprias, criadas para o registo dos resultados;
- caneta.