

## Instrumentação virtual para avaliação automática de gordura corporal com tecnologia wireless

Pedro Valadares<sup>1</sup>, Maria Teresa Restivo\*<sup>1</sup>, Joaquim Mendes<sup>1</sup>, Teresa Amaral<sup>2</sup>, Elisa Marques<sup>3</sup>, Rita Guerra<sup>2</sup>, Manuel R. Quintas<sup>1</sup>, Maria de Fátima Chouzal<sup>1</sup>, Carlos Sousa<sup>4</sup>, Jorge Mota<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UISPA, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 4200-465 Porto, Portugal

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto, Portugal

<sup>3</sup> Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

<sup>4</sup> CATIM, Rua dos Plátanos, 197, 4100-414 Porto, Portugal

\*Email: [trestivo@fe.up.pt](mailto:trestivo@fe.up.pt)

### Introdução

Um método universalmente utilizado para avaliação subcutânea de gordura corporal baseia-se em medições antropométricas obtidas através de um instrumento portátil e de baixo custo designado por Lipocalibrador. Este método não invasivo, considerado duplamente indirecto, permite a determinação quantitativa da composição corporal em tecido gordo e não gordo pela medição da espessura de pregas cutâneas<sup>1</sup>. Este método é reconhecido na literatura como a forma mais simples de avaliar estes dois compartimentos e fornece resultados fiáveis se correctamente aplicado. Mas, para que os resultados sejam consistentes, tem que ser realizado por técnicos altamente especializados, seguindo um procedimento estipulado e procurando minimizar avaliações e decisões subjectivas<sup>2</sup>.

O trabalho que se apresenta procura reduzir as subjectividades inerentes a este método de medição, facilitando a sua utilização na prática clínica e na avaliação de grandes amostras populacionais.

### Descrição do sistema

Numa primeira fase foi desenvolvida uma aplicação de software com uma interface amigável com o utilizador que conduz de um modo automatizado o processo. Introduzidos os dados que permitem o registo de um indivíduo ou a sua busca em base de dados, é possível cumprir as diferentes etapas do processo de medição com imediata gravação digital dos resultados, a sua aceitação e a selecção do método para a determinação da densidade corporal. Para permitir validar esta solução e recolher a opinião dos técnicos foi feita uma primeira adaptação de um Lipocalibrador considerado

de referência – Harpenden – figura 1. Com base neste sistema foi desenvolvida a aplicação Liposoft 1.0, em software LabVIEW 7.1, figura 2.

O Instrumento Virtual desenvolvido, Liposoft 1.0, permite a monitorização, registo digital e avaliação da composição corporal e funciona em qualquer computador com recurso a um sistema de base de dados residente<sup>3</sup>.



Fig.1 – Lipocalibrador adaptado



Fig. 2 – Liposoft V1.0

O desempenho deste lipocalibrador adaptado foi comparado com o lipocalibrador Harpenden original e validado com o método de referência - *Dual-energy X-ray Absorptiometry* (DEXA) existente na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto e em estreita colaboração com elementos da Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação desta Universidade.

A amostra de estudo foi constituída por 49 indivíduos idosos, 34 mulheres e 15 homens com idades compreendidas entre os 61 e os 92 anos. Compararam-se as medições das pregas tricipital, bicipital, subescapular e suprailíaca obtidas por este lipocalibrador adaptado e pelo lipocalibrador Harpenden original (ambos previamente calibrados em laboratório certificado) de acordo com as técnicas utilizadas para desenvolver a equação de regressão usada para o cálculo da densidade corporal<sup>4</sup>.

Os resultados foram promissores e podem ser assim resumidos:

- a determinação da percentagem de gordura corporal pelo sistema (lipocalibrador adaptado + aplicação *LabVIEW*) traduziu-se numa melhoria nos resultados de 0,2% de gordura corporal relativamente aos obtidos com o lipocalibrador Harpenden original quando ambos os métodos foram comparados com o DEXA:  
1) percentagem de massa gorda pelo lipocalibrador Harpenden tradicional =  $38,0 \pm 5,9$  % (média  $\pm$  desvio padrão);

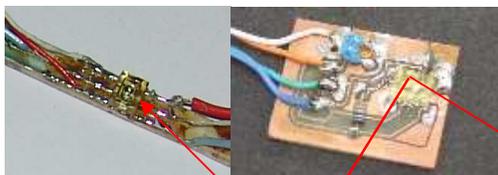
2) percentagem de massa gorda pelo lipocalibrador adaptado + aplicação *LabVIEW*  
=  $37,8 \pm 5,8\%$  *versus*;

3) percentagem de massa gorda pelo DEXA =  $33,9 \pm 7,4\%$ .

Considerando tratar-se de um método duplamente indirecto esta característica condicionará sempre melhorias mais significativas;

- o grau de especialização e treino do técnico dedicado à realização das medições das pregas é claramente menos exigente com este sistema;
- todos os dados são registados digitalmente e são imediatamente processados dispensando o segundo técnico de apoio;
- a rapidez na determinação e visualização dos resultados permite a validação imediata da medição ou a sua repetição em caso de discrepâncias significativas;
- o sistema de registo de resultados em base de dados permite ter acesso ao histórico do indivíduo em qualquer momento;
- com este equipamento a subjectividade da aplicação do método reside apenas na execução da medição da prega;
- os antropometristas demonstraram agrado pela utilização do sistema queixando-se apenas da percepção de um certo desequilíbrio no manuseamento do equipamento;
- a existência de um cabo de ligação ao computador foi considerada uma característica inconveniente.

Um novo sistema de sensorização foi assim desenvolvido para substituir completamente o comparador digital, tendo como objectivo a utilização de uma solução com características técnicas que garantissem um bom desempenho e simultaneamente a diminuição da massa associada ao lipocalibrador, um mais fácil manuseamento, mantendo sempre presente a importância da diminuição dos custos envolvidos. Para integrar o lipocalibrador Harpenden foi desenvolvido um novo sistema para medição digital da espessura de uma prega de gordura subcutânea, baseado num codificador linear de muito baixo custo, que facilmente pode ser interfaceado com um computador e garantir a medição da espessura da prega usando um sensor sem contacto. Este último aspecto é de extrema importância pois diminui os custos de manutenção, dada a ausência de desgaste mecânico ao nível do sistema de sensorização, o que não acontecia com o comparador, quer analógico quer digital. O sistema de sensorização está representado na figura 3. O novo protótipo com a sensorização integrada pode ser observado na figura 4.



sensor

Fig. 3 – Nova sensorização



Fig. 4 – Nova sensorização – integração no lipocalibrador (sem invólucro)

No sentido de ultrapassar o incómodo causado pelos cabos de ligação do dispositivo ao computador optou-se por uma solução para a comunicação de dados sem fios (*wireless*), desenvolvida em tecnologia *ZigBee*, uma tecnologia bastante recente usada em automação e controlo. O seu alcance (dezenas de metros) é mais que suficiente para a aplicação em causa. O sistema é todo ele alimentado por uma bateria de iões de lítio, correntemente disponibilizada para equipamentos electrónicos actuais. O circuito de carga desenvolvido permite a observação do estado de carga da bateria e a recarga do sistema total por ligação USB/USB, USB/bateria automóvel, USB/220V a.c., o que garante uma grande flexibilidade para utilização em trabalho de campo, figura 5. A autonomia é de 9 horas. Na figura 6 pode ver-se a nova aplicação *Liposoft 2008/ZigBee*.

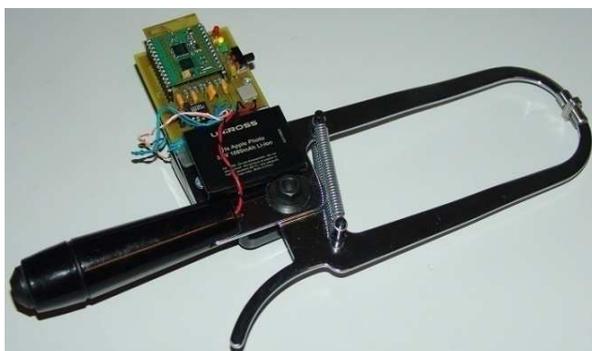


Fig. 5 – Sistema de comunicação *ZigBee* (sem invólucro)



Fig. 6 – Nova aplicação *Liposoft 2008/ZigBee*

O protótipo apresenta uma massa 11% inferior à da do lipocalibrador Harpenden original estando a solução de sensorização e transmissão sem fios desenvolvida completamente integrada com o procedimento automatizado *Liposoft 2008/ZigBee*, com um custo estimado de apenas 225€.

## **Conclusão**

O protótipo aqui brevemente descrito foi já calibrado em Laboratório de Metrologia (área dimensional) do CATIM, onde foi possível verificar 100% de repetibilidade nas medições e obter um excelente valor para a incerteza expandida ( $\pm 58 \mu\text{m}$ ). Deverá agora ser validado contra o sistema de referência DEXA - *Dual-energy X-ray Absorptiometry* com uma amostra de relevo, esperando-se uma maior satisfação e facilidade do utilizador no seu manuseamento sem deixar de manter a fiabilidade já verificada.

O pedido de patente de âmbito nacional do *Dispositivo para aquisição e processamento de dados para determinação da massa corporal*, foi depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI (PT nº 103 721), em 16 de Abril de 2007 e encontra-se em curso.

## **Bibliografia**

1. S. B Heymsfield, T. G. Lohman, Z. M. Wang, and S. B. Going. Human Body Composition. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
2. Norton K., Olds T., Measuring Techniques in anthropometry – anthropometry equipment. In Anthropometrica. University of New South Wales Press. Sidney, Australia, 1996, 29-32.
3. Restivo M. T., Quintas M. R., Chouzal M. de F., Mendes J., Amaral T. and Maia M., Virtual instrument for monitoring, digital recording and assessing body composition, CD - Rom proceedings of the International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation REV2007, Porto, Portugal, 2007.
4. Visser M, van den Heuvel E, Deurenberg P. Prediction equations for the estimation of body composition in the elderly using anthropometric data. Br J Nutr, 1994; 71:823-33.

## **Apoios e agradecimentos**

À firma Labesfal e ao Programa Investigação Científica na Pré-Graduação da Reitoria da Universidade do Porto.