

# COMPARAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA OBTIDO POR BIOIMPEDÂNCIA, ULTRASSOM E DOBRAS CUTÂNEAS EM ADULTOS JOVENS



ARTIGO ORIGINAL

COMPARISON OF THE FAT PERCENTAGE OBTAINED BY BIOIMPEDANCE, ULTRASOUND AND SKINFOLDS IN YOUNG ADULTS

Eduardo Borba Neves  
(Fisioterapeuta)<sup>1</sup>  
Wagner Luis Ripka  
(Educador Físico)<sup>1</sup>  
Leandra Ulbricht  
(Médica Veterinária)<sup>1</sup>  
Adriana Maria Wan Stadnik  
(Educadora Física)<sup>1</sup>

1. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – Brasil.

## Correspondência:

Departamento Acadêmico de Educação Física  
Av. Sete de Setembro,  
3.165, Rebouças.  
80230-901 – Curitiba, PR, Brasil.  
borbaneves@hotmail.com

## RESUMO

**Objetivo:** Comparar o ultrassom (US) portátil e a bioimpedância elétrica (BIA) com as dobras cutâneas (DC) para estimar o percentual de gordura corporal em adultos. **Métodos:** Foram avaliadas 195 militares, sexo masculino, sendo coletados: peso, estatura, percentual de gordura por bioimpedância, dobras cutâneas e ultrassom (US) em nove pontos (tríceps, subescapular, bíceps, peitoral, médio axilar, abdominal, suprailíaca, coxa e panturrilha). Além da estatística descritiva, foram utilizados gráficos de dispersão, o teste Kolmogorov-Smirnov, coeficiente de correlação  $\rho$  (rho) de Spearman, o Wilcoxon Signed Ranks Test e a regressão linear para a elaboração de uma nova equação para a estimativa do percentual de gordura corporal em adultos jovens (do sexo masculino). **Resultados:** O grupo apresentou idade média de  $23,07 \pm 7,55$  anos, para peso e estatura os valores da média e desvio padrão foram:  $72,65 \pm 10,40$  kg;  $1,74 \pm 0,06$  metros, respectivamente. Comparando os resultados entre US e DC, verificaram-se correlações significativas para todos os pontos avaliados, sendo a prega da coxa a com maior correlação, seguida pelo peitoral. Comparando-se os três métodos, o US apresentou melhor correlação com a BIA do que com as DC. Pode-se propor uma nova equação de estimativa do percentual de gordura por US, que apresentou uma melhor correlação com o método das DC do que aquela utilizada pelo próprio equipamento. **Conclusão:** Foi possível verificar que na população estudada o US e a BIA podem estimar o percentual de gordura corporal com boas correlações com o método da DC.

**Palavras-chave:** ultrassom, bioimpedância, dobras cutâneas, composição corporal.

## ABSTRACT

*Introductions e objective: To compare portable ultrasound (US) and bioimpedance analysis (BIA) with skinfolds (SF) to estimate body fat percentage in adults. Methods: 195 military men were assessed and they had their weight, height, body fat by bioimpedance, skinfold in 9 points and ultrasound (US) collected. Linear Regression was used for the development of a new equation for body fat percentage estimation in young adults (males). Results: The group had mean age of  $23.07 \pm 7.55$  years and height and weight with mean and standard deviation of  $72.65 \pm 10.40$  kg,  $1.74 \pm 0.06$  meters, respectively. Comparing the results between the US and SF, there was significant correlation for all points evaluated, with the thigh skinfold presenting the highest correlation, followed by the chest one. When the three methods are compared, the US presented better correlation with the BIA than with SF. A new equation for estimation of fat percentage by US can hence be proposed. Conclusions: It was noticed that in the studied population, US and BIA can estimate the body fat percentage with good correlations with the SF method.*

**Keywords:** ultrasound, bioimpedance, skinfolds, body composition.

Recebido em 28/04/2011, Aprovado em 09/08/2013.

## INTRODUÇÃO

Uma das características desenvolvidas ao longo da evolução humana foi a capacidade de estocar energia na forma de gordura, uma característica que ocorre desde os nossos ancestrais que encaravam condições extremas de sobrevivência. Com a evolução das espécies esta característica se tornou um ponto negativo, porque nas últimas décadas o homem vem desenvolvendo tecnologias para ajudá-lo a preservar energia e fazer menos esforços, transformando-o em um indivíduo obeso e hipocinético<sup>1</sup>. Comumente é mostrada pela literatura a existência de inúmeros problemas relacionados ao excesso de peso, acúmulo ou perda excessiva de gordura<sup>2</sup>. A Organização Mundial de Saúde (OMS) classifica a obesidade como uma epidemia do século XXI, destacando que existem 300 milhões de pessoas nesta situação<sup>3</sup>. Estes problemas podem ser diagnosticados, por exemplo, pela avaliação da composição corporal (CC), que ao longo dos tempos tem-se mostrado

como potencial fonte de estudos por tratar-se de ferramenta que busca quantificar os componentes do organismo humano<sup>4</sup>, permitindo assim o acompanhamento em diversas variáveis da aptidão física relacionada com a saúde, doença e qualidade de vida das pessoas<sup>5</sup>.

Devido à relevância das informações sobre composição corporal, novos instrumentos surgem para completar lacunas existentes em praticidade, fidedignidade e reprodutibilidade<sup>6</sup>. Buscariolo *et al.*<sup>4</sup> destacam a avaliação dos componentes da composição corporal pelas técnicas de dobras cutâneas (DC) e a utilização de índices relacionando a massa corporal à estatura como o índice de massa corporal (IMC), como as mais utilizadas para estimativa da gordura subcutânea (%G), cada qual com suas vantagens e limitações; por exemplo, a OMS devido a razões práticas, coloca o IMC como um indicador válido para estudos epidemiológicos e em situações com indisponibilidade de equipamentos. Contudo, esta técnica não mostra forte correlação com

a gordura corporal real. O uso do adipômetro, por sua vez, pode ser bastante preciso desde que seja realizado por um profissional treinado e usando o equipamento adequado<sup>7</sup>. Outros métodos menos utilizados podem ser mencionados, como a pesagem hidrostática (PH), a tomografia computadorizada, a bioimpedância elétrica (BIA), o *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DEXA) e a ultrassonografia (US)<sup>8,9</sup>. No entanto, estes últimos são, muitas vezes, de difícil execução e/ou possuem um custo elevado, sendo utilizados normalmente em ambiente laboratorial. Com a maior acessibilidade da tecnologia, observa-se tendência para o desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas para estimativa da composição corporal, voltadas à utilização fora do ambiente laboratorial<sup>2</sup>.

Rodrigues *et al.*<sup>2</sup> compararam as técnicas de bioimpedância, dobras cutâneas e a pesagem hidrostática (método de referência) e concluíram que as dobras cutâneas se correlacionavam melhor com o método de referência do que a bioimpedância. Resultado semelhante foi encontrado por Lintsi *et al.*<sup>10</sup>, quando compararam as DC e a BIA com os resultados obtidos por DEXA. Assim, as DC continuam sendo o método de escolha para a avaliação de grandes grupos a baixo custo. O emprego do US para a estimativa do percentual de gordura tem sido utilizado pela zootecnia com relativo sucesso, como demonstrado no estudo realizado por Sugisawa *et al.*<sup>11</sup> em bovinos; contudo, nota-se carência na literatura do emprego do US na população humana.

A principal vantagem da bioimpedância elétrica e do US portátil em relação às dobras cutâneas seria a minimização das variações inter e intra-avaliador, portabilidade do equipamento e facilidade de manuseio por iniciantes. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo comparar o US portátil e a BIA com as DC para estimar o percentual de gordura corporal em adultos jovens.

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal que avaliou a composição corporal de 195 homens, militares do Exército Brasileiro sediados no município de Curitiba. A coleta de dados aconteceu no mês de julho de 2010.

Para a avaliação antropométrica foram utilizados os seguintes materiais: fita métrica flexível com 0,5 cm de largura, graduada em centímetros e décimos de centímetros, adipômetro científico (Cescorf) calibrado; balança digital (Wiso W801), com capacidade de 0-180 kg e graduação de 100 g; estadiômetro (WCS *Woody Compact*). Para a bioimpedância, foi utilizado o aparelho BF-900 (Maltron, Reino Unido), com eletrodos de gel para ECG. A ultrassonografia foi feita com a utilização do aparelho BX2000 (BodyMetrix – IntelaMetrix, Inc.) acoplado em um microcomputador Pentium 4, 3,4 Ghz, com 2 Gb de memória RAM.

Para calcular o IMC foi utilizada a equação massa corporal (kg) sobre altura ao quadrado (em metros). Foram adotados como normal valores abaixo de 25 kg/m<sup>2</sup> e como sobrepeso valores acima ou iguais a esta referência, Neves<sup>12</sup> destaca que o risco relativo de mortalidade associado com o IMC é representado por um gráfico em forma de U ou J, no qual os valores abaixo de 25 kg/m<sup>2</sup> compreendem menos risco à saúde.

Foram coletadas medidas dos pontos: peitoral (PT), tríceps (TR), subescapular (SB), axilar médio (AM), suprailíaco (SI), abdome (AB), coxa (CX), panturrilha medial (PM) e bíceps (BI); onde a espessura da dobra cutânea foi determinada três vezes para cada ponto e, posteriormente, calculada a média aritmética.

Para o cálculo da densidade corporal (DC) foi utilizada a equação de sete dobras desenvolvida por Jackson e Pollock<sup>13</sup>, e para estimativa do percentual de gordura foi utilizada a equação de Siri<sup>14</sup>.

Para bioimpedância todos os sujeitos foram orientados com relação aos seguintes procedimentos<sup>15</sup>: não ingerir grande quantidade de água; não realizar refeições nas duas horas anteriores ao exame; não ingerir bebidas alcoólicas ou realizar exercícios vigorosos nas 24 horas anteriores ao exame; e ter urinado pelo menos 30 minutos antes do

teste. As medidas foram efetuadas uma única vez com o indivíduo em decúbito dorsal, trajando apenas roupa de banho e livre de qualquer objeto metálico, sendo fixados quatro eletrodos no lado direito nas mãos e pés do avaliado.

A análise por ultrassom, que opera na frequência de 2,5 MHz, deu-se também em uma única vez, o aparelho funcionou com uma interface via porta USB ao microcomputador. Seu *software BodyView*, baseado nos índices de refração do músculo, gordura e osso, dimensionou as camadas e mediu em milímetros a quantidade de gordura do ponto analisado, sendo a fração de reflexão (R) gordura-músculo R = 0,012 e músculo-osso R = 0,22 (figura 1). O coeficiente de refração é calculado com base na mudança de velocidade e de direção que sofre a onda sonora ao passar de um meio elástico a outro. Foram avaliados os mesmos pontos do adipômetro e o percentual de gordura foi calculado automaticamente pelo *software* do equipamento.

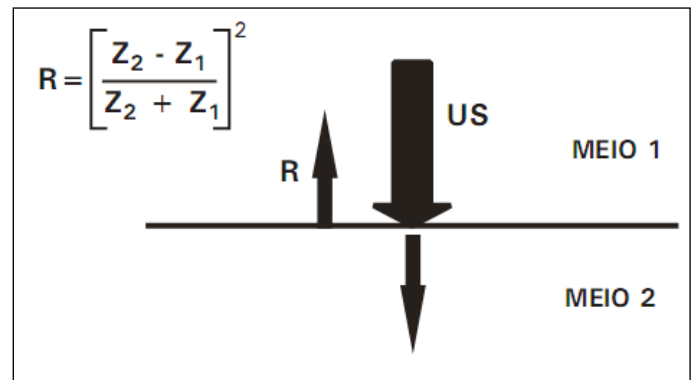


Figura 1. Refração das ondas ultrassônicas em tecido biológico.

O estudo utilizou a estatística descritiva, com medidas de posição e dispersão para caracterização da amostra e estatística inferencial para correlação das variáveis e verificação de significância. Para análise da correlação entre os valores em milímetros obtidos pelo adipômetro e do equipamento de ultrassom, recorreu-se ao coeficiente de correlação de Spearman. Utilizou-se a técnica de regressão linear para se chegar a uma nova equação de predição de percentual de gordura corporal a partir dos valores de espessura da camada pele-gordura estimados pelo US. O *Wilcoxon Signed Ranks Test* foi utilizado para verificar a diferença entre as médias das medidas de DC, BIA e US. O pressuposto para a utilização das estatísticas não paramétricas foi o teste de Kolmogorov-Smirnov.

O estudo seguiu os aspectos éticos recomendados pela Resolução nº 196/96 sobre pesquisa envolvendo seres humanos, bem como os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki.

## RESULTADOS

Foram avaliados 195 militares, todos do sexo masculino, com idade média de 23,07 ± 7,55 anos; para peso, estatura e IMC os valores da média e desvio padrão foram: 72,65 ± 10,40 kg; 1,74 ± 0,06 metros e 23,96 ± 3,02 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente; para o percentual de gordura, obtido pelas pregas cutâneas, o valor médio do grupo foi de 14,59 ± 6,42%, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Variáveis	IMC < 25		IMC ≥ 25		Geral	
	N	Média / DP	N	Média / DP	N	Média / DP
Idade	129	21,28 ± 5,80	66	26,56 ± 9,22	195	23,07 ± 7,55
Peso	129	67,45 ± 6,75	66	82,82 ± 8,63	195	72,65 ± 10,40
Estatura	129	1,74 ± 0,05	66	1,73 ± 0,06	195	1,74 ± 0,06
IMC	129	22,20 ± 1,79	66	27,38 ± 1,73	195	23,96 ± 3,02
% Gordura	129	12,00 ± 4,98	66	19,66 ± 5,89	195	14,59 ± 6,42

As variáveis estudadas foram verificadas com o teste de Kolmogorov-Smirnov e não apresentaram distribuição próxima da curva normal. Os resultados da tabela 2 mostram os valores em milímetros a partir da leitura do adipômetro com o valor apresentado pelo US.

Pela tabela 2 pode-se perceber que em apenas três pontos anatômicos (subescapular, supraílica e coxa) os valores médios do US foram menores que os medidos por DC. A maior discrepância encontrada foi na espessura cutânea de bíceps. O *Wilcoxon Signed Ranks Test* indicou diferença estatisticamente significativa entre as médias dos seguintes pontos anatômicos: tríceps, bíceps, peitoral, abdominal, supraílica, coxa e panturrilha. Os resultados apresentados na tabela 3 expressam a correlação entre os três métodos utilizados, sendo estes calculados para a amostra geral e seccionados por IMC menor que 25 kg/m<sup>2</sup> e maior ou igual a 25 kg/m<sup>2</sup>. O *Wilcoxon Signed Ranks Test* indicou diferença estatisticamente significativa entre as médias dos percentuais de gordura avaliados por bioimpedância e por DC e entre os avaliados por bioimpedância e por US. Em ambos os casos a bioimpedância superestimou os valores (p < 0,001). A tabela 4 apresenta as correlações ponto a ponto para os valores obtidos em milímetros com o adipômetro e o aparelho de ultrassom. Quando analisado o grupo de maneira geral foram observadas correlações significativas entre todos os pontos avaliados, sendo que as medidas que apresentaram maior e menor correlação foram a prega da coxa (rho = 0,715) e a de panturrilha (rho = 0,249), respectivamente.

Uma possível explicação para baixa correlação para a panturrilha pode ser a proximidade das camadas gordura-músculo e músculo-osso e, no que se refere à prega de coxa, a boa correlação pode estar ligada às espessuras das camadas, que nesse local são relativamente menores.

A identificação dos pontos anatômicos com melhor correlação permitiu a elaboração de uma nova equação (equação 1), considerando-se os locais com correlação superior a 0,600 e as variáveis idade e peso. Esta foi desenvolvida por meio de uma regressão linear em que se determinou a seguinte equação:

$$\text{Gord\_US\_novo} = -13,658 + 0,597 \times \text{USTríceps} + 0,272 \times \text{USCoxa} + 0,203 \times \text{Peso} + 0,322 \times \text{idade} + 0,121 \times \text{USSubscapular}$$

onde: Gord\_US\_novo – percentual de gordura calculado a partir da estimativa da espessura das camadas de pele-gordura pelo US portátil *Bodymetrix*, peso e altura dos sujeitos;

USTríceps – espessura estimada pelo US para o sítio anatômico do tríceps;

USCoxa – espessura estimada pelo US para o sítio anatômico da coxa;

USSubscapular – espessura estimada pelo US para o sítio anatômico subescapular.

A medida de peitoral foi desconsiderada na equação, pois apresentou coeficiente menor do que 0,10, uma vez que, apesar da medida de peitoral do US apresentar uma boa correlação com a medida de DC do mesmo ponto anatômico, quando se trata do percentual de gordura como variável independente, existem outras variáveis dependentes,

**Tabela 2.** Valores médios ± desvios padrão em milímetros da espessura cutânea pelo ultrassom e pelo adipômetro (dobra cutânea/2).

Variáveis	Adipômetro   Ultrassom IMC < 25 (N = 129)	Adipômetro   Ultrassom IMC > 25 (N = 66)	Adipômetro   Ultrassom Todos (N = 195)
Tríceps	4,82 ± 1,56   5,04 ± 2,13	6,57 ± 2,50   6,80 ± 2,33	5,41 ± 2,10   5,63 ± 2,35
Subescapular	7,5 ± 2,60   5,70 ± 2,57	11,59 ± 4,69   8,31 ± 2,35	8,59 ± 4,06   6,58 ± 2,78
Bíceps	2,27 ± 0,64   9,36 ± 7,39	3,45 ± 1,29   15,74 ± 7,61	2,57 ± 1,70   11,52 ± 8,03
Peitoral	4,14 ± 1,80   5,51 ± 6,64	7,17 ± 2,91   8,83 ± 5,35	5,16 ± 2,70   6,63 ± 6,42
Médio axilar	5,28 ± 2,34   6,07 ± 3,26	9,83 ± 3,93   8,77 ± 3,59	6,82 ± 3,67   6,98 ± 3,60
Abdominal	9,38 ± 4,54   12,59 ± 7,12	15,73 ± 5,40   21,73 ± 8,66	11,53 ± 5,69   15,68 ± 8,80
Supraílica	7,48 ± 4,17   6,57 ± 3,03	11,62 ± 5,12   9,93 ± 3,07	8,88 ± 4,91   7,71 ± 3,43
Coxa	7,22 ± 2,48   5,99 ± 2,63	8,89 ± 3,25   8,15 ± 2,66	8,13 ± 3,04   6,72 ± 2,82
Panturrilha	4,43 ± 1,96   7,05 ± 5,78	5,68 ± 2,35   10,07 ± 5,74	4,85 ± 2,18   8,07 ± 5,93

**Tabela 3.** Correlação entre DC, BIA e US.

Variáveis	IMC < 25		IMC ≥ 25		Geral	
	N	rho	N	rho	N	rho
US vs. DC	129	0,558*	66	0,629*	195	0,709*
US vs. BIA	129	0,646*	66	0,603*	195	0,767*
DC vs. BIA	129	0,570*	66	0,677*	195	0,742*

\*p < 0,05.

**Tabela 4.** Correlação entre as medidas de DC e US por localidade.

Local	IMC < 25			MC ≥ 25			Geral	
	N	Rho	p	N	rho	P	N	p
Tríceps	129	0,547*	0,001	66	0,593*	0,001	195	0,001
Subescapular	129	0,419*	0,001	66	0,483*	0,001	195	0,001
Bíceps	129	0,238*	0,007	66	0,271*	0,027	195	0,001
Peitoral	129	0,666*	0,001	66	0,538*	0,011	195	0,001
Axilar média	129	0,318*	0,001	66	0,096	0,445	195	0,001
Abdominal	129	0,287*	0,001	66	0,272*	0,027	195	0,001
Supraílica	129	0,317*	0,001	66	0,386*	0,001	195	0,001
Coxa	129	0,661*	0,001	66	0,597*	0,001	195	0,001
Panturrilha	129	0,204*	0,021	66	0,177	0,155	195	0,001

\*p < 0,05.

como o peso e a idade, que modificaram a capacidade de predição do percentual de gordura pela medida de peitoral do US. Os valores de percentual de gordura obtidos por meio desta equação apresentaram uma correlação rho = 0,783 por Spearman.

## DISCUSSÃO

O excesso de gordura corporal é na realidade uma doença crônico-degenerativa que está associada ao aumento na morbidade e mortalidade de adultos, porque ele é um fator desencadeante para muitas desordens para os homens, como doenças cardiovasculares, diabetes, diminuição da capacidade respiratória e até mesmo câncer<sup>16,17</sup>. Assim, instrumentos para avaliar precisamente, com confiabilidade, ampla aplicabilidade, tornaram-se um fator fundamental<sup>18</sup>.

Obter o percentual de gordura utilizando o adipômetro é uma ferramenta útil quando você tem um avaliador treinado e confiável, e este pode ser utilizado para monitorar a composição corporal da população. Infelizmente, o número de equações utilizadas por este método indica o uso para populações específicas, o que aumenta o erro esperado deste método<sup>19</sup>. Historicamente, a técnica da ultrasonografia para a avaliação da gordura subcutânea, segundo os estudos de Whittingham<sup>20</sup>, vinha sendo utilizada com frequência em animais domésticos, sendo que o autor, após algumas modificações na metodologia original, deixou uma impressão favorável quanto ao seu uso em grupos de seres humanos. Ainda dentro deste contexto, Booth *et al.*<sup>21</sup>

chegaram a levantar a possibilidade de que as medidas por ultrassom da gordura subcutânea serem mais fidedignas do que por compasso, fato refutado por Sloan<sup>22</sup>, que encontrou resultados semelhantes entre os valores de dobras cutâneas e as medidas por ultrassom.

O estudo de Booth *et al.*<sup>21</sup> avaliou a estimativa de CC por US, BIA e DC. Com relação às medidas de DC, o estudo demonstrou que ocorriam diferenças entre as duas medidas realizadas, sendo que na primeira coleta os resultados eram sempre superiores aos da segunda coleta, principalmente em indivíduos mais obesos. Resultado este que os autores atribuíram à compressão da camada de gordura durante o uso do compasso. A melhor correlação encontrada foi entre o US e a BIA ( $r = 0,98$ , *stantard error* =  $\pm 0,24$ ) do que entre as DC e a BIA ( $r = 0,81$ , *stantard error* =  $\pm 0,57$ ) ou DC e US ( $r = 0,81$ , *stantard error* =  $\pm 0,60$ ). Sendo que os autores destacaram como principal aspecto do seu estudo a diferença entre os resultados obtidos através da estimativa pelas DC e as outras duas técnicas.

Esta pesquisa encontrou resultados semelhantes, uma vez que a correlação entre o US e a BIA foi maior (0,767), do que pela BIA e DC (0,742) e US e as DC (0,709), conforme apresentado na tabela 3. Com relação aos sujeitos mais obesos, IMC maior ou igual a 25, verifica-se também que ocorre uma alteração nas correlações obtidas, uma vez que nestes a correlação encontrada diminui na comparação entre todos os métodos. Contudo, nesta população, a correlação entre o US e as DC é maior (0,629) do que entre o US e a BIA (0,623). Estes resultados parecem reforçar a limitação da estimativa da CC em sujeitos mais obesos.

Contudo, pode-se destacar algumas limitações do estudo de Booth *et al.*<sup>21</sup>, sendo as principais: o baixo número de sujeitos (de ambos os sexos) envolvidos e a coleta em poucos pontos anatômicos, uma vez que os resultados comparando o US e a BIA e as DC e a BIA foram obtidos somente a partir da avaliação da prega abdominal e utilizando 20 e 14 sujeitos, respectivamente. Uma melhor comparação, mas ainda limitada, foi obtida entre as DC e o US, que utilizou as dobras abdominal e subescapular em 35 pessoas.<sup>22</sup>

Em 1984, foi conduzida uma pesquisa por Fanelli e Kuczmarski<sup>23</sup>, envolvendo 124 homens com idades entre 18 e 30 anos, comparando a CC obtida por três técnicas, DC, US (7,0 MHz) e pesagem hidrostática (PH). As medidas de gordura subcutânea com o US e DC foram realizadas em sete pontos anatômicos: tríceps, subescapular, bíceps, abdominal, suprailíaca, coxa e panturrilha e demonstraram uma boa correlação para todos os pontos, sendo mais altas para tríceps ( $r = 0,807$ ), abdominal ( $r = 0,855$ ) e coxa ( $r = 0,871$ ). Para estimar qual o método era mais exato para estimar a gordura corporal, ambos foram comparados com a pesagem hidrostática e ambos apresentaram altas correlações, apesar de as DC apresentarem uma correlação mais alta para cinco (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca e panturrilha) dos sete pontos avaliados. O US obteve correlações melhores somente no abdome e coxa.

Este estudo também apresentou a prega da coxa com a mais alta correlação; contudo, a mais baixa foi a panturrilha enquanto que no estudo de Fanelli e Kuczmarski<sup>23</sup> foi a subescapular (0,677).

O estudo de Black *et al.*<sup>24</sup> com US com pulsos de alta frequência (10 MHz) comparou as estimativas de gordura subcutânea entre o US, DC e tomografia computadorizada (CAT). Neste estudo foram investigados 39 voluntários (30 homens e nove mulheres) para a comparação entre o US e as DC, em quatro pontos anatômicos (abdominal, subescapular, tríceps e coxa) e 10 pacientes (quatro homens e seis mulheres) para a comparação entre a CAT e o US (em quatro pontos localizados no abdome, situados a 5 e 10 cm de cada lado da região umbilical). Na comparação entre o US e a CAT, o US subestimou a CC e, na comparação entre o US e as DC, os resultados foram inversos, uma vez que o US obteve medidas mais altas que as DC (apesar de a diferença ter sido estatisticamente significativa para duas das medidas: subescapular

e coxa). O estudo conclui que está claro que o sistema de medida por ultrassom pode produzir estimativas de espessura de gordura subcutânea satisfatórias, quando comparada com a CAT ( $r = 0,758$ ) ou com as DC ( $r = 0,804$ ).

Os autores ainda descrevem que as DC apresentaram uma redução de 20% no valor da prega abdominal, em comparação com o US, devido à forma de compressão pelo instrumento, e que a melhor aplicação da técnica de DC foi no abdome ( $r = 0,865$ ) devido à facilidade de pinçamento desta dobra cutânea. Os outros pontos deram correlações mais pobres devido à dificuldade de pinçamento, principalmente na região da coxa, que possui a camada de gordura mais fina ( $r = 0,343$ ).

Um problema encontrado no decorrer do estudo de Black *et al.*<sup>24</sup>, entre pessoas obesas, foi o aparecimento de membrana divisória (*septum*) na camada de gordura, pois esta situação resultava na formação de dois ecos na aferição na medição do US. Em nosso estudo, como a amostra utilizada era de homens magros (IMC geral de 23,96), esta situação não deve ter interferido nos resultados.

A análise da gordura corporal total realizada por Pineau *et al.*<sup>25</sup>, com 93 atletas jovens entre 18 e 33 anos, média de 23,5 anos, de ambos os sexos (24 mulheres e 69 homens), comparou os resultados obtidos através do US portátil (5,0 MHz) e do DEXA. Como resultados, os autores verificaram que a estimativa da gordura corporal total realizada pelo US e pelo DEXA obteve um alto nível de acurácia para ambos os sexos (geral  $r = 0,99$ , *stantard error* =  $\pm 1,13$ ; mulheres ( $n = 11$ )  $r = 0,98$ , *stantard error* =  $\pm 1,61$ ; homens ( $n = 35$ )  $r = 0,98$ , *stantard error* =  $\pm 0,96$ ).

Estudo recente de Reyes *et al.*<sup>26</sup>, realizado com crianças obesas, indicou que as correlações obtidas para o segmento adiposo intra-abdominal medido por US foram melhores do que as obtidas pela antropometria. Além disso, encontraram associações significativas entre a deposição adiposa intra-abdominal estimada pelo US e a presença de fatores de risco cardiovascular, que permitiram discriminar a presença de alterações nos parâmetros metabólicos das crianças obesas.

Outro estudo divulgado pela empresa *IntelaMetrix*, os autores Utler e Hager<sup>27</sup> compararam o resultado da estimativa de composição corporal pela pesagem hidrostática, DC e US em uma população heterogênea de 70 lutadores do ensino médio. Nesse estudo foi encontrada uma correlação de 0,97 entre a pesagem hidrostática e o US, e de 0,96 entre a pesagem hidrostática e as DC.

As dobras cutâneas que apresentaram maior correlação neste estudo foram: a coxa, peitoral, subescapular e tricipital (tabela 3). Contudo, chama a atenção o fato de o US ter superestimado os valores das pregas tricipital e peitoral e subestimado os valores das dobras subescapulares e coxa quando comparado com as DC. Esse fato pode estar ligado às distâncias entre as interfaces gordura-músculo e músculo-osso, que são consideradas como pontos de referência na técnica utilizada pelo equipamento.

O princípio de funcionamento do *Bodymetrix* (2,5 MHz) segue o modo mais simples de operação de um sistema de ultrassom, isto é, pulsos de ultrassom de curta duração são enviados por um único transdutor que também funciona como receptor dos ecos refletidos nas interfaces entre as diversas camadas corporais. As maiores reflexões ocorrem nas grandes interfaces, por exemplo: na camada de gordura subcutânea e no músculo. Entretanto, ocorre espalhamento das ondas ultrassônicas nas interfaces pequenas (partículas menores que o comprimento de onda do ultrassom), por exemplo: gordura intramuscular. Neste sentido, a distribuição aleatória de interfaces dá origem a interferências causando artefatos no sinal. Haymes *et al.*<sup>28</sup>, no estudo com 20 mulheres e 17 homens, verificaram que a correlação entre as medidas obtidas por meio das DC e pelo US foram geralmente mais altas entre as mulheres sobre cada uma das quatro pregas aferidas (abdominal, suprailíaca, subescapular e antebraço). Tal fato reforça a ideia de que a variabilidade das distâncias entre as interfaces em cada ponto anatômico ainda é uma questão mal resolvida nesta metodologia.



Como a população estudada foi de jovens considerados magros e militares, que realizam cotidianamente exercícios na barra fixa e, conseqüentemente, desenvolvem o músculo grande dorsal, as dobras subescapular e coxa representam áreas com desenvolvimento muscular; a subestimação neste caso coincide com os achados de Sugisawa *et al.*<sup>11</sup>, que estudaram a composição corporal de bovinos e verificaram que a medida que aumentava a musculosidade da carcaça existia uma diminuição da estimativa da gordura subcutânea via US.

A identificação dos pontos anatômicos com melhor correlação possibilitou o desenvolvimento de uma nova equação (equação 1) para obtenção do percentual de gordura corporal por meio de uma regressão linear. Essa nova equação apresentou uma correlação significativamente melhor com as DC ( $\rho = 0,783$ ) do que os valores de percentual de gordura calculados pelo *software* do aparelho *Bodymetrix* ( $\rho = 0,709$ ).

Bioimpedância é a magnitude da oposição do substrato biológico à passagem de uma determinada corrente elétrica (alternada). Sua medida é influenciada por variáveis como: frequência do sinal elétrico, processos eletroquímicos, temperatura, potencial de hidrogênio (pH), estado de hidratação e a viscosidade do fluido ou tecido biológico em questão<sup>8</sup>. Assim, os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido a grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja, apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada resistência.

Dentre os aparelhos de bioimpedância testados por Rodrigues *et al.*<sup>2</sup>, aquele que demonstrou os maiores índices de concordância e associação com a pesagem hidrostática foi o Maltron BF-900, o mesmo utilizado neste estudo. Entretanto, no presente estudo, a correlação encontrada com o método de referência foi superior ( $\rho = 0,742$ ) ao encontrado por Rodrigues *et al.*<sup>2</sup>, que foi  $r = 0,55$  com um  $p < 0,01$ .

Do ponto de vista elétrico, os tecidos biológicos podem ser interpretados como um circuito complexo formado por resistores e capacitores dispostos tanto em série quanto em paralelo, e que agem como condutores ou dielétricos, no qual o fluxo de corrente seguirá o caminho de menor oposição<sup>8</sup>. Assim, o fato de se observar uma maior correlação entre a bioimpedância e as DC em sujeitos com IMC > 25 talvez esteja ligada à estimativa do valor da reatância dos capacitores que simulam a interface eletrodo-pele, pois nos sujeitos com mais tecido adiposo subcutâneo, a variabilidade da reatância dessa interface tende a exercer menor influência no valor final da impedância.

Por esse mesmo motivo se explicaria a boa correlação ( $\rho = 0,767$ ) encontrada entre as medidas obtidas pelo US e pela bioimpedância, uma

vez que, como discutido anteriormente, camadas de pele-gordura muito finas parecem aumentar a variabilidade das medidas do US.

## CONCLUSÃO

Novas ferramentas foram criadas para suplementar lacunas na utilização prática, com confiabilidade e reprodutibilidade; contudo, todos os métodos de avaliação da composição corporal apresentam aspectos positivos e negativos. Ao se comparar os percentuais de gordura estimados pelo ultrassom (US) portátil e pelas dobras cutâneas (DC), verificou-se correlações significativas entre todos os pontos avaliados. Os pontos com maiores correlação foram coxa ( $\rho = 0,715$ ) e peitoral ( $\rho = 0,700$ ), pontos estes com a espessura de gordura menores e maior desenvolvimento muscular. As piores correlações encontradas foram panturrilha ( $\rho = 0,249$ ) e axilar média ( $\rho = 0,377$ ).

De maneira geral, o US superestimou os valores de percentual de gordura quando comparados com os obtidos por DC, exceto para as dobras subescapular, supraílica e coxa. Resultados semelhantes foram descritos em outros estudos, mostrando que as DC apresentaram uma redução de 20% no valor da prega abdominal em comparação com o US, devido à forma de compressão pelo instrumento, e que a melhor aplicação da técnica de DC ocorria em pontos com facilidade de pinçamento da dobra cutânea. Comparando as três metodologias, verificou-se que o US apresentou uma melhor correlação com a BIA ( $\rho = 0,767$ ) do que com as DC ( $\rho = 0,709$ ), tanto no geral quanto entre os mais magros. Entre os com sobrepeso e obesos (IMC maior ou igual a 25), a situação inverte-se e a correlação entre US e as DC é maior ( $\rho = 0,629$ ) do que entre o US e a BIA ( $\rho = 0,603$ ). Por fim, baseando-se nos pontos anatômicos com melhor correlação (superiores a 0,600), sugere-se uma nova equação por meio de uma regressão linear, para estimativa de CC por US que aumentou a correlação obtida por meio da equação tradicional de  $\rho = 0,709$  para  $\rho = 0,783$ . Apesar da melhora na correlação não ultrapassar 0,080 pontos, é importante observar que a nova equação utiliza apenas três pontos anatômicos, o que reduz o tempo de coleta de dados com melhora na estimativa do percentual de gordura quando comparado com os valores estimados por DC.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao CAPES pelo apoio a esta pesquisa.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

- Formiguera X, Cantón A. Obesity: epidemiology and clinical aspects. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2004;18:1125-46.
- Rodrigues MN, Silva SC, Monteiro WD, Farinatti PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:125-32.
- WHO. Consultation on Obesity, Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series 894, Geneva, 2000.
- Buscariolo FF, Catalani MC, Dias LCGD, Navarro AM. Comparação entre os métodos de bioimpedância e antropometria para avaliação da gordura corporal em atletas de time de futebol feminino de Botuca TU/SP. *Rev Simbio-Logias* 2008;1:122-9.
- Brandão ML. Avaliação da composição corporal em jovens adolescentes – comparação entre jovens adolescentes praticantes e não praticantes regulares de actividade física [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, 2010.
- Tristschler K. Medidas e avaliação em Educação Física e esportes de Barrow & Mcgee. São Paulo: Manole, 2003.
- American College of Sports Medicine. ACSM'S Health-related physical fitness assessment manual. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- Neves EB, Pino AV, Souza MN. Comparison of two bioimpedance spectroscopy techniques in the assessment of body fluid volumes. 31th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2009, Mineapolis. Proceedings of the 31th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2009;1:853-6.
- Costa R. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. Barueri: Manole, 2001.
- Linti M, Kaarma H, Kull I. Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17–18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging* 2004;24:85-90.
- Sugisawa L, Mattos WRS, Oliveira HN, Silveira AC, Arrigoni MB, Souza AA. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. *R Bras Zootec* 2006;35:169-76.
- Neves EB. Prevalência de sobrepeso e obesidade em militares do exército brasileiro: associação com a hipertensão arterial. *Ciênc Saúde Coletiva* 2008;13:1661-8.
- Jackson AS, Pollack ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sport Med* 1978;13:76-90.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of method. In: Brozek J, Henschel A. Techniques for measuring body composition. National Academy of Sciences 1961;223-4.
- Earthman C, Traugher D, Dobratz J, Howell W. Bioimpedance spectroscopy for clinical assessment of fluid distribution and body cell mass. *Nutr Clin Pract* 2007;22:389-405.
- Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:690-6.
- Mazza A, Zamboni S, Tikhonoff V, Schiavon L, Pessina AC, Casiglia E. Body mass index and mortality in elderly men and women from general population. The experience of Cardiovascular Study in the Elderly (CASTEL). *Gerontology* 2007;53:36-45.
- Rezende F, Rosado L, Franceschini S, et al. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ALAN, dic*, 2007;57:327-34.
- Ellis KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. *J Nutr* 2001;131:1589S-95S.
- Whittingham PDGV. Measurement of tissue thickness by ultrasound. *Aerosp Med* 1962;33:1121-8.
- Booth RA, Goddard AB, Paton A. Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, harpenden and electrical conductivity. *Br J Nutr* 1996;20:719-25.
- Sloan AW. Estimation of body fat in young men. *J Appl Physiol* 1967;23:311-5.
- Faneli M, Kuczmarski RJ. Ultrasound as an approach to assessing body composition. *Am J Clin Nutr* 1984;39:703-9.
- Black D, Vora J, Hayward M, Marks R. Measurement of subcutaneous fat thickness with high frequency pulsed ultrasound: comparisons with a caliper and a radiographic technique. *Clin Phys Physiol Meas* 1988;9:57-64.
- Pineau JC, Filiard JR, Bocquet M. Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes. *J Athl Train* 2009;44:142-7.
- Reyes M, Espinosa A, Rebollo MJ, Moraga F, Mericq V, Castillo-Duran C. Mediciones de adiposidad intraabdominal por ultrasonido y factores asociados con riesgo cardiovascular en niños obesos. *Rev Méd Chile* 2010;138.
- Utler A, Hager M. Bodymetrix system vs. skinfold caliper vs. underwater weighing IntelaMetrix. Available at: [www.intelamatrix.com/Images/BodyMetrix%20validation%20Studies.pdf](http://www.intelamatrix.com/Images/BodyMetrix%20validation%20Studies.pdf), 2010 [access Aug 19.10].
- Haymes EM, Lundengren HM, Loomis JL, Buskirk ER. Validity of the ultrasonic technique as a method of measuring subcutaneous adipose tissue. *Ann Hum Biol* 1976;3:245-51.
- Silva L. An introduction to Ultrasound and the BodyMetrix System. IntelaMetrix. 17p. 2010.