

Impedância bioelétrica bipolar: falta acuracidade para estimar a gordura relativa em homens

Bipolar bioelectrical impedance: lack of accuracy in estimating relative body fat in men

Cassiano Ricardo Rech¹

Maria Fátima Glaner²

Resumo – O objetivo deste estudo foi verificar a acuracidade da IB Bipolar (Omron BF 300) para a estimativa da gordura corporal relativa (G%), comparada com a absorptometria de raio X de dupla energia (DXA). A G% foi mensurada em 66 homens (18-33 anos), com massa corporal média de $73,7 \pm 8,4$ kg; estatura $175,1 \pm 6,5$ cm; índice de massa corporal $23,9 \pm 2,2$ kg/m²; G%_{IB} $15,1 \pm 4,4\%$ e G%_{DXA} $17,7 \pm 5,1\%$. A acuracidade foi verificada por teste t pareado, correlação, erro padrão de estimativa (EPE) e análise de resíduos. A IB subestimou significativamente ($p < 0,05$) os valores de G% e a correlação entre os métodos foi moderada ($r = 0,769$). A análise dos resíduos demonstrou que não houve concordância, sendo o erro médio de $-2,6\%$ (IC_{95%}: $-9,1; 3,9$). Observou-se que 42% da amostra apresentaram EPE acima do recomendado ($>3,5$ G%). Nos indivíduos com maior acúmulo de gordura (G% >20) a IB modelo Omron BF produziu maiores vieses na estimativa da G%. Este modelo de IB não apresentou concordância com a medida da DXA para estimar a G% em homens adultos, sendo o erro maior em sujeitos com maior acúmulo de gordura.

Palavras-chave: Impedância bioelétrica; Absortometria de raio X de dupla energia; Composição corporal; Gordura corporal; Validade dos testes.

Abstract – Bioelectrical impedance (BI) is commonly used to estimate body composition in different populations. The aim of this study was to determine the accuracy of bipolar BI (Omron BF 300) in estimating relative body fat (%F) by comparing it with dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). %F was measured in 66 men (18 to 33 years) with a mean body weight of 73.7 ± 8.4 kg, height of 175.1 ± 6.5 cm, body mass index of 23.9 ± 2.2 kg/m², %F_{BI} $15.1 \pm 4.4\%$, and %F_{DEXA} $17.7 \pm 5.1\%$. A paired t-test, correlation test, standard error of the estimate (SEE), and residue analysis were used to evaluate the accuracy of the method. BI significantly ($p < 0.05$) underestimated %F and, the correlation between the two methods was moderate ($r = 0.769$). Residue analysis showed the lack of agreement between the two methods, with an average error of -2.6 percentage points (95%CI: $-9.1; 3.9$). The SEE was above the recommended level ($>3.5\%$ F) in 42% of the sample. In subjects with higher fat accumulation (%F $>20\%$), the Omron BF BI model produced greater bias in the %F measurement. Therefore, in the case of adult men, the Omron BF 300 BI model does not agree with the DEXA measurement for the estimation of %F in adult men. In addition, the higher the level of fat accumulation, the higher the error in estimated %F.

Key words: Bioelectrical impedance; DEXA; Body composition; Adiposity; Test validity.

1 Universidade Estadual de Ponta Grossa. Departamento de Educação Física, Doutorando Universidade Federal do Paraná. Bolsista Fundação Araucária. Ponta Grossa, PR. Brasil.

2 Universidade Estadual de Londrina. Departamento de Educação Física. Londrina. PR. Brasil.

Recebido em 20/06/10
Revisado em 22/07/10
Aprovado em 23/11/10



Licença: Creative Commons

INTRODUÇÃO

A comunidade científica tem demonstrado um grande interesse na quantificação da composição corporal, principalmente do componente gordura corporal^{1,2}. Seu acúmulo em excesso é fator de risco para o surgimento de morbidades e mortalidade em diferentes faixas etárias^{3,4}; enquanto que, baixos valores estão relacionados a distúrbios como a anorexia e bulimia, com significativa prevalência em adultos jovens⁵ e adolescentes⁶.

O fato de a gordura corporal relativa (G%) estar associada às doenças crônicas não-transmissíveis tem levado à busca constante de uma técnica acurada para a sua estimativa. A absorptometria de raio X de dupla energia (DXA) tem sido considerada padrão ouro, principalmente por considerar a densidade óssea⁷. Devido a sua característica laboratorial e custo elevado, a aplicabilidade é limitada em larga escala, ao contrário da impedância bioelétrica (IB) usada em diferentes circunstâncias nos últimos anos no Brasil⁸⁻¹⁰, principalmente pelo fácil manuseio do equipamento, agilidade na coleta de dados e baixo custo. A IB baseia-se no conceito de que a corrente elétrica é facilitada através do tecido hidratado e isento de gordura e da água extracelular, onde a quantidade de eletrólitos é maior, diminuindo, então, a resistência elétrica ou impedância¹¹. Desta forma, gordura e resistência são inversamente proporcionais. O método tradicional da IB é baseado na estimativa da resistência elétrica, sendo usados quatro ou oito eletrodos (IB tetrapolar ou octapolar, respectivamente) para transmitir a corrente elétrica ao corpo. A resistência encontrada por esta possibilita estimar a G% e demais componentes da composição corporal por meio de equações de regressão. Os equipamentos tetra e octapolares são mais caros, podendo limitar o seu uso em estudos populacionais. No entanto, há equipamentos mais simples, com apenas dois eletrodos (IB bipolar) acoplados ao próprio aparelho, os quais se baseiam no mesmo princípio que os demais.

Apesar da grande praticidade na coleta dos dados, a acuracidade dos equipamentos de IB bipolar ainda é questionável, uma vez que estes equipamentos não fornecem a resistência e sim a G% e a absoluta. Portanto, os objetivos deste foram: a) verificar a acuracidade da IB bipolar (Omron BF 300) em relação à DXA para estimar a %G em homens adultos; b) verificar a influência do excesso de gordura corporal na estimativa da G% via IB bipolar em comparação com a estimada via DXA.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Desenho do estudo, amostragem e aspectos éticos

O presente estudo caracteriza-se como descritivo, de validação cruzada, no qual foram comparados os métodos da IB bipolar com os valores da DXA (método de referência). A população do estudo foi composta por homens adultos.

A seleção da amostra foi realizada por meio da fixação e distribuição de cartazes e panfletos em locais como clubes, academias e em Universidades. Foi composta por 74 homens adultos, com idade entre 18 e 33 anos. Foram excluídos 8 sujeitos por não terem seguido as recomendações para realizar as medidas da IB. A amostra final foi composta por 66 sujeitos. Todos foram voluntários e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, que lhes garante o total anonimato e sigilo quanto aos resultados individuais. Também lhes dava o direito de desistir da participação na pesquisa a qualquer instante, sem qualquer recriminação por parte dos pesquisadores, como exigem as normas éticas da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília (processo nº 36/2007).

Coleta de dados

Todos os procedimentos foram realizados no mesmo local, com temperatura ambiente controlada (20° a 22°C). Todas as medidas de cada sujeito foram realizadas no mesmo dia. As medidas e análises dos exames de DXA foram realizadas por um avaliador com experiência de três anos, cujo erro individual é <1,6% (coeficiente de variação).

A massa corporal e a estatura foram mensuradas em uma balança (resolução 100g) com estadiômetro (escala de 0,5 cm) acoplado¹².

Medida da G% por IB: os sujeitos foram orientados a seguir o seguinte protocolo: estar em jejum de 4 h; não ingerir café e bebidas alcoólicas 24 h antes; não realizar atividade física extenuante e não fazer uso de nenhum diurético; esvaziar bexiga e intestinos antes da mensuração. Foi usado o aparelho Omron – modelo BF 300. Este aparelho vem acompanhado de um *software* que fornece os valores de G% e absoluta, porém o fabricante não informa a equação de regressão que a estima. A medida foi realizada conforme o manual que acompanha o aparelho. O sujeito permaneceu em pé, com os cotovelos estendidos a frente do corpo, segurando o aparelho até este fazer a estimativa da IB, e fornecer o valor da G% e massa gorda.

Medida da G% por DXA: foi usado o aparelho Lunar DPX-IQ™ (software 4.7e). Foram seguidos os procedimentos descritos no manual que acompanha o referido aparelho. Também são desconhecidas a(s) equação(es) que estão no software, através das quais são obtidos os valores dos componentes da composição corporal, dentre eles a G%. Foi realizado um exame de corpo inteiro, estando o sujeito imóvel, em posição supina com os cotovelos e joelhos em extensão. Para assegurar a qualidade das medidas, foram realizados dois tipos de calibração do aparelho, uma semanal e outra diária. Para a calibração semanal, realizou-se um exame de *phantom* e, para a calibração diária, foi realizado o teste de segurança de qualidade. Ambas as calibrações seguiram os procedimentos descritos no manual do referido equipamento.

Para verificar o efeito do excesso de adiposidade na estimativa da G% através da IB, a amostra foi estratificada em relação a G% em dois grupos: a) G% <20%; b) G% ≥20%. Os pontos de corte estabelecidos são baseados em evidências que indicam fatores de risco associados ao acúmulo excessivo de G%¹³.

Análise estatística

Os dados apresentaram distribuição normal (*Kolmogorov Smirnov*). A estatística descritiva foi usada para caracterizar a amostra. Para testar a acuracidade da IB em relação à DXA foram seguidos os critérios sugeridos por Lohman¹⁴: coeficiente de correlação linear de Pearson (r) >0,79; teste t pareado (t), onde $t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabelado}}$; e, erro padrão de estimativa (EPE) inferior a 3,5% para a predição da G%. Para calcular o erro constante (EC) e o erro padrão de estimativa (EPE) foram usadas as mesmas fórmulas citadas em outro estudo com delineamento similar⁹. A análise dos escores residuais foi baseada na proposta de Bland e Altman¹⁵. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Os cálculos foram realizados no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 14, com licença de uso.

RESULTADOS

Os sujeitos do estudo são homens adultos com idade variando entre 18 e 33 anos. Na tabela 1 estão as características descritivas da amostra. A média de G% mensurada pela DXA foi 17,7%, oscilando de 8,3% a 28,9%, indicando que há sujeitos com G% adequada à saúde e outros com sobrepeso e obesidade^{13,16}. Isto implementa a validade externa do estudo, haja vista a amostra apresentar heterogeneidade de G% como a população em geral,

viabilizando a generalização dos resultados; que também é reforçada pela variabilidade do índice de massa corporal (tabela 1), aonde indica sujeitos em diferentes categorias de estado nutricional¹⁷.

Tabela 1. Valores descritivos da amostra (n= 66) nas variáveis antropométricas e gordura corporal relativa (G%).

Variáveis	Médias	Amplitude
Estatura _(cm)	175,1 ± 6,5	161,2 – 188,0
MC _(kg)	73,7 ± 8,4	54,6 – 90,2
IMC _(kg/m²)	23,9 ± 2,2	18,8 – 28,6
G% _{IB}	15,1 ± 4,4	5,1 – 25,1
G% _{DXA}	17,7 ± 5,1	8,3 – 28,9

Sendo: ± desvio padrão; MC: massa corporal; IMC: índice de massa corporal; G%_{IB} = G% por impedância bioelétrica; G%_{DXA} = G% por absorptometria de raio X de dupla energia.

Os resultados (tabela 2) da comparação entre os métodos indicam que a IB tende a subestimar significativamente ($p < 0,05$) os valores da G%, em média, 2,6% em relação à DXA. A correlação entre os métodos foi de magnitude moderada à alta ($r = 0,769$; $p < 0,05$). O EPE= 3,3% ficou abaixo do critério¹⁴. A análise dos resíduos (figura 1) confirma a tendência da IB (Omron BF 300) em subestimar a G% em relação à DXA. Ocorreu uma maior concentração dos resíduos para baixo do ponto zero, sendo o erro médio de -2,6%, (IC_{95%}: -9,1;3,9). A figura 2 ilustra que somente 58% da amostra estudada teve a G% estimada com EPE ≤3,5; enquanto que, 42% da amostra apresentou EPE superior a 3,5%, ponto de corte considerado razoável¹⁴.

Tabela 2. Valores estatísticos para a comparação entre a gordura corporal relativa (G%) obtida por absorptometria de raio X de dupla energia (DXA) e por impedância bioelétrica (IB) em homens adultos.

\bar{x} G% _{DXA}	\bar{x} G% _{IB}	t	r	EC	EPE
17,7 ± 5,1	15,1 ± 4,4	6,43 ^a	0,769 ^a	-2,6	3,3

t = teste t ; r = correlação de Pearson; EC= erro constante (G%_{IB} – G%_{DXA}); EPE= erro padrão de estimativa; a = $p < 0,05$.

O erro médio e seu desvio-padrão para os dois grupos categorizados por G% está demonstrado na figura 3. Naquele com G% ≥20% os erros de estimativa foram maiores (-4,47%) estatisticamente ($p < 0,05$) em comparação ao grupo com G% <20% (-1,48%). As médias diferiram ($p < 0,01$) no grupo com G% ≥20% (G%_{IB} 18,6 ± 3,5% vs G%_{DXA} 23,1 ± 2,4%), enquanto que no grupo com G% <20% foram iguais estatisticamente (G%_{IB} 12,95 ± 3,38% vs G%_{DXA} 14,4 ± 3,12%).

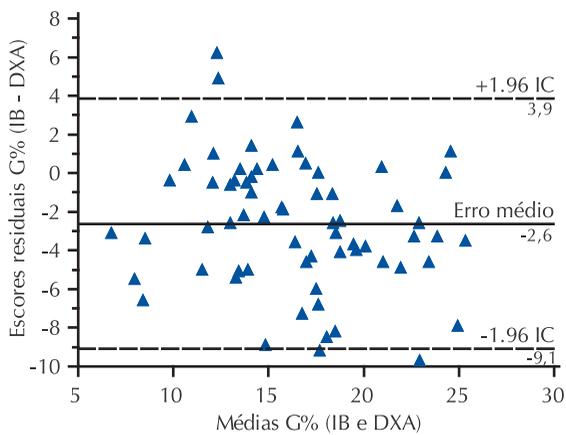


Figura 1. Análise dos escores residuais da gordura corporal relativa (G%) medida por absorptometria de raio X de dupla energia e por impedância bioelétrica ($G\%_{IB} - G\%_{DXA}$) com a média da $G\%_{DXA}$ e $G\%_{IB}$. As linhas pontilhadas representam o intervalo de confiança (IC) de 95%. A linha contínua representa o erro médio.

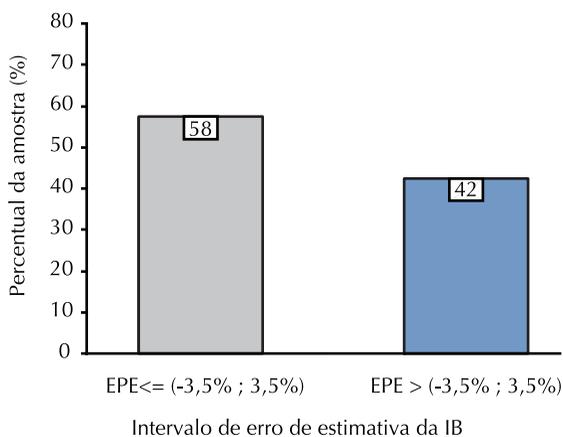


Figura 2. Análise do erro padrão de estimativa (EPE) para a concordância da estimativa da gordura corporal relativa medida por absorptometria de raio X de dupla energia e por impedância bioelétrica. Foi analisado o intervalo entre $-3,5G\%$ e $+3,5G\%$ como valores de concordância entre as técnicas.

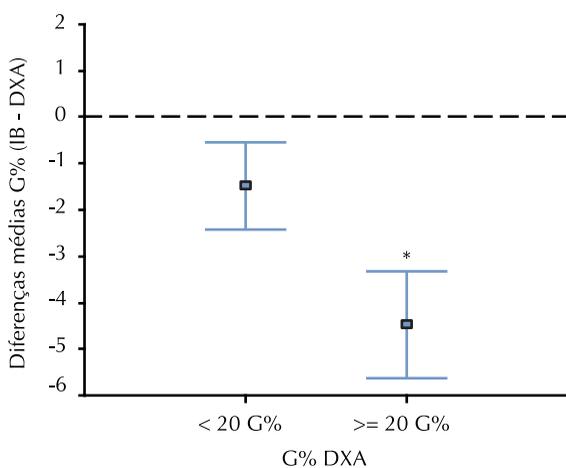


Figura 3. Comparação entre os erros médios da gordura corporal relativa (G%) obtida por absorptometria de raio X de dupla energia (DXA) e impedância bioelétrica (IB) em indivíduos com $G\% < 20\%$ e $G\% \geq 20\%$;

* $p < 0,05$ (teste t pareado).

DISCUSSÃO

Apesar da excelente aplicabilidade das medidas de IB em estudos de campo^{18,19}, a seleção do equipamento e das equações de regressão que estimam a G% devem ser analisadas em relação a sua validade/acuracidade para determinada população. A IB Omron BF 300 subestimou a medida de G% quando comparada com a DXA na amostra estudada (tabela 2). A IB bipolar também subestimou a G% em relação à DXA, 5,75% em mulheres adultas (20-40 anos)²⁰, 4,5% em indianos²¹ e 11% em jovens²². A mesma tendência foi observada em outro estudo²³, porém não houve diferença ($p > 0,05$) entre a IB Omron BF 300 e a equação antropométrica de Durnin e Womersley²⁴. Estes achados corroboram a falta de acuracidade deste método/aparelho para a estimativa da G%.

Apesar de a correlação entre os métodos ser considerada moderada e o EPE ser aceitável¹⁴ para indicar concordância entre ambos, à análise dos resíduos (figura 1) permite confirmar a tendência da IB em subestimar a G% em relação a DXA. Neste sentido, os resultados apontam que no caso da aplicação da IB modelo Omron BF 300 para a estimativa da G% em homens adultos, apenas 58% dos indivíduos tiveram a G% estimada com $EPE \leq 3,5\%$. Assim, a utilização deste método/equipamento pode levar a diagnósticos incorretos. Em consequência, as possíveis intervenções também poderão não ser as mais adequadas. Ao serem comparados dois modelos de IB²⁵, bipolar e tetrapolar, não foram encontradas diferenças bem como não houve influência da quantidade de gordura corporal na estimativa da %G. Contudo, esses achados devem ser considerados com cautela, uma vez que um método de referência não foi utilizado para comparar os dois modelos.

O EC e os escores residuais indicam que, por exemplo, um indivíduo pode apresentar G% de 16% e na verdade pode estar com bem mais de 20%. Com isto, o indivíduo pode ser erroneamente enquadrado no grupo “sobrepesado” enquanto deveria estar no grupo de “normal/adequado”.

O aparelho de IB analisado no presente estudo pode apresentar muitos dados falso-positivos e, principalmente, falso-negativos. Portanto, os usuários deste devem estar cientes para a interpretação correta dos resultados, levando em consideração, pelo menos, 3,5% de possibilidade de erro na quantificação da G%, conforme recomendação¹⁴. Uma vez evidenciado que o aparelho Omron BF 300 tende a subestimar a G%, um EPE de $\pm 3,5\%$

deve ser acrescentado no valor estimado, para a obtenção de um diagnóstico mais confiável. Parece, então, que a vantagem de seu uso está no custo mais baixo e na praticidade, permitindo, inclusive, ao indivíduo realizar a automensuração.

Em relação ao efeito do excesso de adiposidade nos erros de estimativa da IB bipolar em relação à DXA, pode-se observar que, em homens com maior adiposidade, os erros tendem a ser maiores. Estes resultados são corroborados pelo evidenciado por Glaner⁹, que testou a validade de equações de IB a partir do modelo tetrapolar, em relação à DXA, e verificou que poucas equações desenvolvidas em outros países se mostraram válidas na população brasileira. Além disto, neste mesmo estudo⁹, a única equação que se mostrou válida para homens adultos foi à equação específica para indivíduos com elevada adiposidade ($G\% \geq 20\%$), demonstrando com isso que o método da IB deve considerar, nos modelos de estimativa, o nível de adiposidade dos indivíduos para uma estimativa mais acurada.

A IB Omron BF 300 não se mostrou válida para a estimativa da G% em homens, porém se deve considerar que outros modelos (Omron BF 500) têm apresentado boa concordância com a medida da DXA em mulheres²⁶, da mesma forma que a IB Omron BF 306 tem estimado valores que não diferem da DXA²².

Poderia ser apontado como limitação deste estudo o uso da DXA como método padrão ouro para quantificar a G%, haja vista que os próprios fabricantes destes aparelhos apontam, como tal, somente para quantificar a densidade óssea²⁷. Isto pode aumentar as chances de erro e diminuir a validade dos resultados. No entanto, experimentos *in vitro* indicam não haver diferenças ($p \geq 0,05$) na estimativa dos diferentes componentes corporais^{28,29}, fato que justifica o seu uso neste estudo. Outra limitação está no uso de um único modelo de IB bipolar. Assim, os resultados obtidos no presente estudo podem ser extrapolados somente quando do uso do mesmo aparelho aqui pesquisado.

CONCLUSÕES

Em consonância aos objetivos e resultados, conclui-se que: a IB modelo Omron BF 300 não apresenta acuracidade para a estimativa da gordura corporal relativa em homens adultos; seu erro de estimativa aumenta à medida que os sujeitos apresentam maior G%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lee CD, Blair SN, Jackson AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr* 1999;69(3):373-80.
2. Minderico CS, Silva AM, Keller K, Branco TL, Martins SS, Palmeira AL, et al. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr* 2008;99(2):432-41.
3. Lin YC, Yen LL, Chen SY, Kao ND, Tzeng MS, Huang PC, Pan WH. Prevalence of overweight and obesity and its associated factors: findings from National Nutrition and Health Survey in Taiwan, 1993-1996. *Prev Med* 2003;37(3):233-41.
4. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Whincup PH. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. *Am J Clin Nutr* 2007;86(5):1339-46.
5. Assumpção CL, Cabral MD. Complicações clínicas da anorexia nervosa e bulimia nervosa. *Rev Bras Psiquiatr* 2002;24(3):29-33.
6. Bosi MLM, Oliveira FP. Comportamentos bulímicos em atletas adolescentes corredoras de fundo. *Rev Bras Psiquiatr* 2004;26(1):32-4.
7. Heyward VH & Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole; 2000.
8. Fett WCR. Comparação entre a antropometria e o raio X de dupla varredura para a avaliação da composição corporal de idosas diabéticas tipo 2 e sua associação com a força de preensão da mão. [Dissertação de Mestrado], Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.
9. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7(1):5-11.
10. Rech CR, Cordeiro BA, Petroski EL, Vasconcelos FA. Validation of bioelectrical impedance for the prediction of fat-free mass in Brazilian elderly subjects. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2008;52(7):1163-71.
11. Stacy RW, Williams DT, Worden RE, Migorris RO. Princípios de biofísica y de física médica. Buenos Aires: El Ateneu; 1958.
12. Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e Comprimentos. In: Petroski EL. (Org.). Antropometria: técnicas e padronizações. Nova Letra, Blumenau, 2007.
13. Caterson IA, Hubbard V, Bray GA, Grunstein R, Hansen BC, Hong Y, et al. American Heart Association Prevention conference VII: Obesity, a worldwide epidemic related to heart disease and stroke. Group III: worldwide comorbidities of obesity. *Circulation* 2004;110(18):476-84.
14. Lohman TG. Advances in body composition assessment. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.
15. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.

16. Lohman TG, Houtkooper L, Going SB. Body fat measurement goes high-tech: not all are created equal. *ACSM'S Health & Fitness J* 1997;1(1):30-5.
17. WHO (World Health Organization). Obesity status: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva, 1998.
18. Kuczmarski RJ. Bioelectrical impedance analysis measurements as part of a national nutrition survey. *Am J Clin Nutr* 1996; 64(3):s453-s8.
19. Dehghan M, Merchan AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutr J* 2008;7(26):7-26.
20. Marques MB, Heyward V, Paiva CE. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio da absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Cien Mov* 2000;8(4):14-20.
21. Vasudev S, Mohan A, Mohan D, Farooq S, Raj D, Mohan V. Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA – The Chennai urban rural epidemiology study. *J Assoc Physicians India* 2004;52(1):877-81.
22. Lintsi 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(2):85-90.
23. Moreno VM, Gandoy BG, González MJA, Herranz SF, Cámara AG, Otero MO. Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica Omron BF 300. *Atención Primaria*. 2001;28(3):174-81.
24. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from body density and its estimation from skinfold thickness: measurement on 481 men and women aged from 16 at 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32(1):77-97.
25. Jambassi Filho JC, Cyrino ES, Gurjão ALD, Braz IA, Gonçalves R, Gobbi S. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(1):13-7.
26. Barnes JT, Pujol TJ, Williams RJr. Accuracy of five bioelectrical impedance analysis instruments for the measurement of body composition in college females. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(5):261-71.
27. Glaner MF. Absortometria de raio X de dupla energia. In: Petroski EL, Pires Neto CS, Glaner MF. *Biométrica*. Jundiaí: Fontoura; 2010. p. 229-47.
28. Svendsen OL, Haarbo J, Hassager C, Christiansen C. Accuracy of measurements of body composition by dual energy X-ray absorptiometry in vivo. *Am J Clin Nutr* 1993;57(5):605-8.
29. Makan S, Bayley HS, Webber CE. Precision and accuracy of total body bone mass and body composition measurements in the rat using X-ray-based dual photon absorptiometry. *Can J Physiol Pharmacol* 1997;75(1011):1257-61.

Endereço para correspondência

Cassiano Ricardo Rech
Departamento de Educação Física
Carlos Cavalcanti, 4748.
Av. Uvaranas
CEP: 84030 900. Ponta Grossa, Paraná, Brasil
E-mail: crrech@hotmail.com