

**Artigo original**Maria Fátima Glaner<sup>1</sup>**VALIDAÇÃO CRUZADA DE EQUAÇÕES DE IMPEDÂNCIA  
BIOELÉTRICA EM HOMENS****CROSS VALIDATION OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE EQUATIONS FOR MEN****RESUMO**

Este estudo teve como objetivo analisar a validade concorrente de equações de impedância bioelétrica (IB) para estimar a massa corporal livre de gordura (MLG), em 44 homens, com idade média de  $24,98 \pm 3,40$  anos e gordura relativa (%G) de  $17,15 \pm 6,41$  %. A absorptometria de raio-x de dupla energia foi usada como critério, para mensurar a %G e a MLG, e para obter estas variáveis decorrentes das equações de IB foi utilizado o Biodynamics® (Modelo 310). As equações de IB analisadas neste estudo foram: duas equações (Eq. 1 e 2) de Carvalho e Pires Neto (1998); uma equação (Eq. 3) de Rising et al. (1991); uma equação (Eq. 4) de Oppliger et al. (1991); duas equações (Eq. 5 (%G < 20%) e Eq. 6 (%G ≥ 20%)) de Segal et al. (1988). Os critérios adotados para validação foram os propostos por Lohman (1991). Todas as correlações foram altas e significativas, oscilando de 0,906 (Eq. 2) a 0,981 (Eq. 6). As equações 1 a 5 superestimaram de forma significativa ( $p < 0,001$ ) a MLG, sendo que os erros constantes variaram de 1,32 kg (Eq. 5) a 5,90 kg (Eq. 4). A equação 6 atendeu a todos os critérios de validação, apresentando: correlação = 0,981; erro constante = -0,38 kg; erro total = 1,10 kg. Esta equação de Segal et al. (1988), para homens com gordura relativa ≥ 20% (Eq. 6) foi a única que apresentou validade concorrente, estimando a MLG, com um erro padrão de estimativa 0,90 kg.

**Palavras-chave:** obesidade, composição corporal, impedância bioelétrica, validade.

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to analyze the cross validity of bioimpedance equations (BIA) on the estimation of the fat free mass (FFM) of 44 men, with mean age of  $24.98 \pm 3.40$  years and relative body fat (%BF) of  $17.15 \pm 6.41\%$ . A dual energy x-ray absorptiometry was used as a reference method for %BF and FFM. Total body resistance was assessed by the Biodynamics® (Model 310). The equations analyzed in this study were: two equations (Eq. 1 and 2) developed by Carvalho e Pires Neto (1998); one equation (Eq. 3) developed by Rising et al. (1991); one equation (Eq. 4) developed by Oppliger et al. (1991); two equations (Eq. 5 (%FM < 20%) and Eq. 6 (%FM ≥ 20%)) developed by Segal et al. (1988). The validation criteria proposed by Lohman (1991) was used in this study. The correlations were high and significant oscillating from 0.906 (Eq. 2) to 0.981 (Eq. 6). The equations 1 to 5 significantly overestimated ( $p < 0.001$ ) FFM and the mean differences ranged from 1.32 kg (Eq. 5) to 5.90 kg (Eq. 4). The equation 6 met all the validity criteria. The validity coefficient was  $r = 0.981$  and the mean difference was -0.38 kg. The Segal et al. (1988) fatness specific equation (Eq. 6) for men (%FM ≥ 20%) was the only one that met the concurrent validity criteria. The equation 6 showed a non significant difference on FFM and the standard error of estimate was 0.90kg.

**Key words:** obesity, body composition, electric impedance, validity.

<sup>1</sup>Universidade Católica de Brasília – DF

## INTRODUÇÃO

Na literatura brasileira tem-se observado estudos envolvendo a antropometria e a pesagem hidrostática, os quais tiveram por objetivo desenvolver e validar equações antropométricas de regressão para a estimativa da densidade corporal,<sup>1, 2, 3</sup>. Para a partir desta estimar-se os diferentes componentes da composição corporal: massa magra e massa gorda. Em outros estudos, feitos no Brasil, foram analisadas e validadas diferentes equações, nacionais e estrangeiras<sup>4, 5, 6, 7</sup>.

Por outro lado, a técnica da impedância bioelétrica (IB) também tem tido seu uso ampliado na estimativa dos componentes da composição corporal. Levando inclusive a elaboração de trabalhos de conclusão de mestrado<sup>8, 9, 10</sup> e doutorado<sup>11, 12</sup>.

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 impedância<sup>13, 14, 15</sup>. Desta forma, gordura e resistência são inversamente proporcionais.

Por um lado, tem-se observado que a IB é válida, e confiável<sup>16, 17</sup>. Por outro, pesquisas têm evidenciado que a IB estima valores de composição corporal significativamente diferentes dos obtidos por pesagem hidrostática<sup>18, 19, 20, 21</sup>; além do que, esta técnica não é fidedigna e objetiva para estimar a gordura relativa<sup>11</sup>.

Estas controvérsias existentes em relação à IB, em parte, podem ser explicadas pelo o que colocam Heyward e Stolarczyk<sup>22</sup>: variabilidade dos equipamentos, habilidade do mensurador (variabilidade inter-mensurador), fatores ambientais (temperatura), diferentes equações utilizadas na estimativa da massa corporal livre de gordura e modificações internas ocorridas no sujeito (níveis de hidratação, atividade física, alimentação e ciclo menstrual).

Dos estudos feitos no Brasil, que usaram a IB para desenvolver e validar equações<sup>8, 12</sup> ou comparar os valores de composição corporal<sup>20, 21, 23</sup>, usaram como critério a pesagem hidrostática.

Além da pesagem hidrostática, a absorptometria de raio-x de dupla energia (AXDE) também tem sido usada como critério para validação de outras técnicas. Por ser uma

técnica relativamente nova e sofisticada, seu uso é pequeno em relação às demais.

O software que acompanha a AXDE quantifica o corpo humano em três componentes: massa gorda, massa mole livre de gordura e massa óssea. A princípio, apresenta a vantagem de não expor ao desconforto o avaliado, além de ser segura e relativamente rápida. Os valores obtidos por ela associaram-se muito bem com os obtidos por pesagem hidrostática<sup>24, 25</sup>.

Poucos estudos feitos no Brasil usaram a AXDE como critério para validar equações que usam a IB para estimar a composição corporal: em mulheres<sup>26</sup>; em homens adultos até 44 anos<sup>9</sup>; em homens jovens<sup>27</sup>; e em meninos<sup>28</sup>. Nesta perspectiva não se tem observado estudos envolvendo homens militares jovens. Portanto, desenvolveu-se este com o objetivo de verificar se há validade concorrente de sete equações que usam a IB para estimar a massa corporal livre de gordura em homens militares jovens.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram mensurados 44 homens militares, voluntários, lotados no Centro Integrado de Guerra Eletrônica, em Brasília – DF, com idades entre 20 a 33 anos.

Para a realização de todas as medidas os avaliados 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.

As mensurações feitas através da IB foram feitas pela manhã (até 09:00 h). As demais foram feitas em diferentes horários do dia, e a temperatura ambiente durante a coleta variou de 20 a 26°C, em todas as medidas. Toda amostra estava em condições normais de hidratação.

A estatura foi mensurada com unidade de medida de 0,5 cm e a massa corporal com unidade de medida de 100 g.

A estimativa da composição corporal e, resistência através da IB foi feita pelo aparelho *Biodynamics* 310, seguindo as instruções do manual do referido equipamento. Este aparelho vem acompanhado de um *software* que fornece os valores dos componentes da composição

corporal, porém desconhece-se qual seja a equação que os estima.

A mensuração da composição corporal, feita através da AXDE, seguiu os procedimentos do manual do aparelho LUNAR DPX-IQ™, com a versão do software 4.x.

Também, desconhece-se a(s) equação(es) que estão no *software* do aparelho, através das quais são obtidos os valores dos componentes da composição corporal.

As sugestões de Lohman<sup>29</sup> foram seguidas para verificar com que validade concorrente as equações, apresentadas na tabela 1, estimam a massa corporal livre de gordura (MLG) em relação à AXDE. Para tanto foram feitos os cálculos do coeficiente de correlação linear de Pearson (*r*), teste *t* pareado (*t*), erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão de estimativa (EPE), sendo:

$MLG_e$  = massa corporal livre de gordura estimada.

$MLG_m$  = massa corporal livre de gordura mensurada.

$$EC = MLG_m - MLG_e.$$

$$ET = \sqrt{\sum (MLG_e - MLG_m)^2 / n}.$$

$$EPE = s \sqrt{1 - R^2}.$$

Um EPE menor de 2 a 2,5 kg é considerado como ideal e maior que 4,5 kg não é recomendado por Lohman<sup>29</sup>, quando a pesagem hidrostática é usada como critério. Portanto, foi adotado para validação um EPE = 2,5 kg.

Para os cálculos estatísticos foi utilizado o SPSS.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a finalidade de caracterizar a amostra usada em cada equação utilizada na validação cruzada, na tabela 2, são apresentados os valores médios, desvios padrões, escores mínimos e máximos da idade, massa corporal, estatura, e da gordura relativa mensurada através da AXDE.

Na tabela 3 são mostrados os valores referentes a validade concorrente das equações para estimar a MLG em relação à AXDE. Inicialmente observa-se que todos os coeficientes de correlação entre, a MLG mensurada e as MLG estimadas são altos e significativos estatisticamente ( $p < 0,001$ ), oscilando de 0,906 a 0,981.

Os valores médios da MLG estimados pelas 5 primeiras equações diferem significativamente ( $p < 0,001$ ) da MLG mensurada. As equações 1 a 5 superestimam a MLG, conforme indicam os erros constantes. O desvio padrão da MLG estimada pela equação 3 é menor que o desvio padrão da MLG mensurada. Fato este que sugere que o total da amostra não é representado através desta equação.

O mesmo sugere os escores residuais, obtidos conforme sugestão de Bland e Altman<sup>34</sup>, os quais indicam uma forte tendência do fraco poder de estimativa destas equações

**Tabela 1.** Equações utilizadas na análise de validação cruzada.

Fonte	Numeração	Equações para estimar a massa corporal livre de gordura (MLG)	Idade (anos)
Carvalho & Pires Neto <sup>30</sup>	Eq. 1	$MLG = 10,97566 - 0,03187 (Re) + 0,17576 (ES) + 0,50702 (MC).$	18-30
	Eq. 2	$MLG = 17,95347 + 0,21414 (ES^2 / Re) - 0,06145 (Rc) + 0,48890 (MC).$	
Rising et al. <sup>31</sup>	Eq. 3	$MLG = 13,74 + 0,34 (ES^2 / Re) + 0,33 (MC) - 0,14 (ID) + 6,18.$	19-59
Oppliger et al. <sup>32</sup>	Eq. 4	$MLG = 1,949 + 0,701 (MC) + 0,186 (ES^2 / Re).$	19-40
Segal et al. <sup>33</sup>	Eq. 5 <sup>a</sup>	$MLG = 0,00066360 (ES^2) - 0,02117 (Re) + 0,62854 (MC) - 0,12380 (ID) + 9,33285.$	17-62
	Eq. 6 <sup>b</sup>	$MLG = 0,00088580 (ES^2) - 0,02999 (Re) + 0,42688 (MC) - 0,07002 (ID) + 14,52435.$	

EPE = erro padrão de estimativa; Eq = equação; Re = resistência ( $\Omega$ ); ES = estatura (cm); MC = massa corporal (kg); ID = idade (anos); Rc = reactância ( $\Omega$ ); Eq. 5<sup>a</sup> = se a gordura relativa for menor que 20%; Eq. 6<sup>b</sup> = se a gordura relativa for maior ou igual a 20%.

**Tabela 2.** Características descritivas da amostra (n) usada em cada equação.

Equação	Características	n	$\bar{x}$	Mínimo	Máximo
Eq. 1 e 2	Idade (anos)	42	24,64 ± 3,09	20	30
	Massa corporal (kg)		71,75 ± 9,55	50,9	90,2
	Estatura (cm)		173,77 ± 6,66	161,2	188,0
	% gordura <sub>AXDE</sub>		17,19 ± 6,54	5,4	32,6
Eq. 3 e 4	Idade (anos)	44	24,98 ± 3,40	20	33
	Massa corporal (kg)		71,56 ± 9,39	50,9	90,2
	Estatura (cm)		173,68 ± 6,52	161,2	188,0
	% gordura <sub>AXDE</sub>		17,15 ± 6,41	5,4	32,6
Eq. 5	Idade (anos)	29	24,66 ± 3,73	20	33
	Massa corporal (kg)		67,90 ± 8,89	50,9	89,9
	Estatura (cm)		173,05 ± 6,98	161,2	185,0
	% gordura <sub>AXDE</sub>		13,41 ± 3,92	5,4	19,7
Eq. 6	Idade (anos)	15	25,60 ± 2,67	21	29
	Massa corporal (kg)		78,63 ± 5,64	70,4	90,2
	Estatura (cm)		174,92 ± 5,52	167,6	188,0
	% gordura <sub>AXDE</sub>		24,37 ± 3,29	20,2	32,6

**Tabela 3.** Validação cruzada das equações para homens de 20 a 33 anos.

Equação	n	$\bar{x}$ MLG mensurada	$\bar{x}$ MLG estimada	r <sup>a</sup>	t	EC	ET	EPE
Eq. 1	42	57,42 ± 6,25	61,58 ± 6,68	0,922	10,38 <sup>a</sup>	4,15	4,88	2,45
Eq. 2	42	57,42 ± 6,25	62,39 ± 6,35	0,906	11,79 <sup>a</sup>	4,96	5,65	2,67
Eq. 3	44	57,32 ± 6,21	60,35 ± 5,57	0,922	8,34 <sup>a</sup>	3,03	3,85	2,43
Eq. 4	44	57,32 ± 6,21	63,22 ± 7,88	0,907	11,34 <sup>a</sup>	5,90	6,82	2,65
Eq. 5	29	56,60 ± 6,89	57,92 ± 7,19	0,976	4,55 <sup>a</sup>	1,32	2,03	1,52
Eq. 6	15	58,71 ± 4,48	58,33 ± 5,01	0,981	-1,39	-0,38	1,10	0,90

Eq = equação; n = tamanho da amostra; MLG = massa livre de gordura; t = estatística t;

<sup>a</sup> = p ≤ 0,001; r = correlação de Pearson; EC = erro constante; ET = erro total;

EPE = erro padrão de estimativa.

(Eq. 1 a 5), uma vez que, conforme pode ser observado na figura 1, as equações (1 a 5) tendem a superestimar a MLG desta amostra. As equações 1 a 5 estimaram a MLG incorretamente, além do limite adotado de 2,5 kg (Lohman<sup>29</sup>), variando de 27,59% da amostra (equação 5) a 79,55% da amostra (equação 4).

Os erros constantes e erros totais das equações 1 a 4 são sensivelmente superiores aos das demais equações. Os erros padrões de estimativa obtidos neste estudo são menores do que os obtidos quando do desenvolvimento das equações 5 e 6. Isto pode ser devido ao fato de que, quando essas equações foram desenvolvidas foi usada uma amostra mais heterogênea em idade e composição corporal, do que a amostra aqui usada.

Apesar dos erros padrões de estimativa estarem abaixo de 2,5 kg (limite adotado para validação: Lohman<sup>29</sup>), e as correlações serem altas e significativas, as

equações 1 a 5 não apresentam validade concorrente para estimar a MLG na amostra estudada. Já, a equação 6, para sujeitos com gordura relativa maior ou igual a 20%, apresenta validade concorrente para os 15 sujeitos que compuseram a amostra. Na figura 1 pode-se visualizar que o poder de estimativa desta equação é muito bom, uma vez que, em 100% da amostra, a MLG foi estimada com um EPE menor ou igual a 2,5 kg. No entanto, destaca-se que, o critério usado por Segal et al.<sup>33</sup> para validar esta equação foi a pesagem hidrostática, e neste estudo foi usado a AXDE.

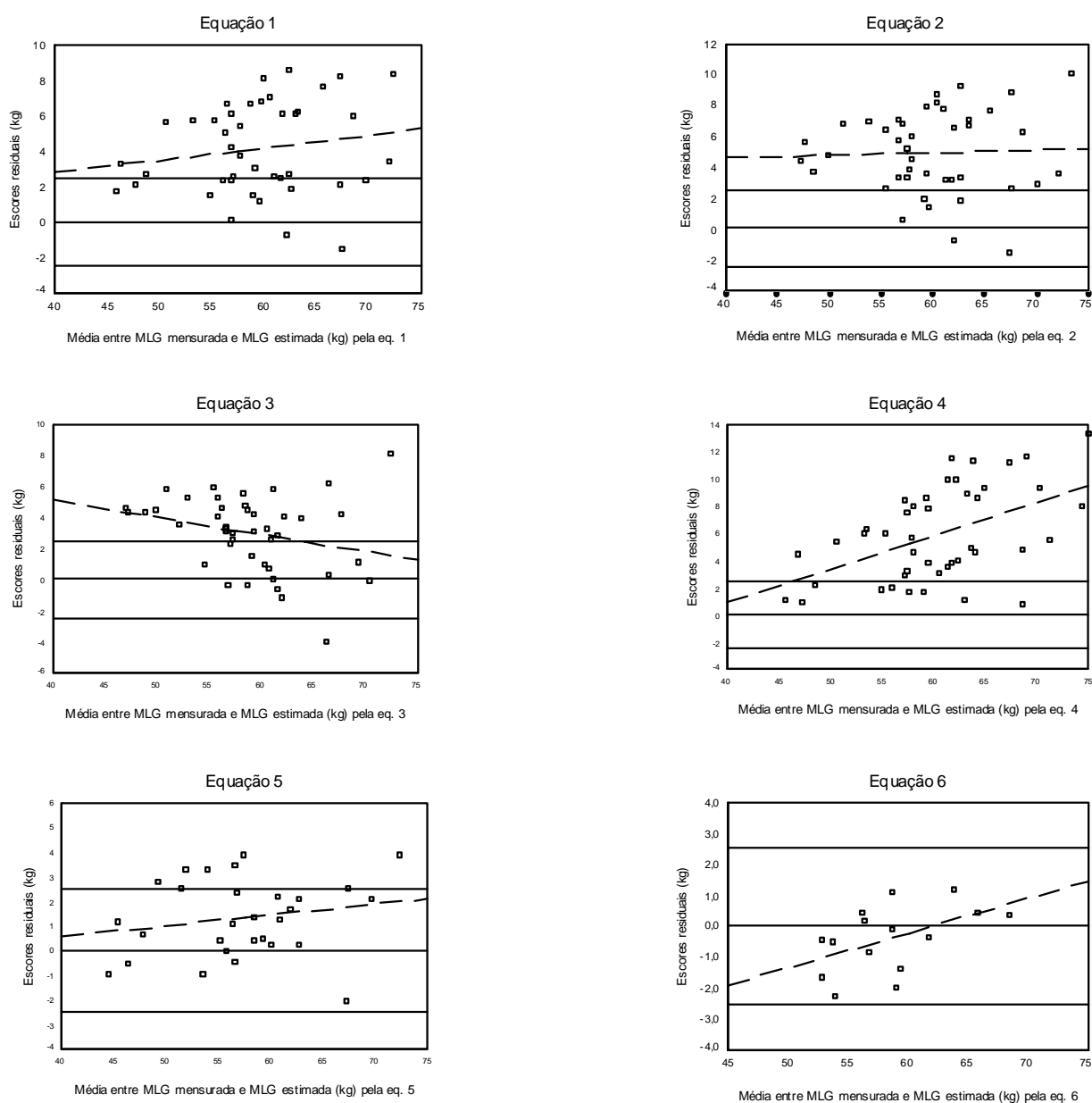
O fato da equação 6, de Segal et al.<sup>33</sup>, ter apresentado validade, pode ser decorrente do processo de desenvolvimento da mesma, pois segundo Pedhauzer<sup>35</sup>, coeficientes de regressão são estáveis quando a proporção de sujeitos para cada variável preditora da equação é de, no mínimo, vinte para um (20:1). No desenvolvimento desta equação (Eq. 6) foram

usados 1069 homens, dando uma proporção de 267:1. Outro fator que, também, pode ter contribuído para que a equação validasse é que, a mesma é destinada para homens com gordura relativa  $\geq 20\%$ . E, estudos demonstram que a AXDE tende a superestimar a gordura relativa em relação às outras técnicas<sup>26, 36, 37</sup>.

Todavia, destaca-se que, Segal et al.<sup>33</sup> indicam a equação de Durnim e Womersley<sup>38</sup>, que requer o somatório de 4 dobras cutâneas, para classificar os sujeitos como não obesos ou obesos. Neste estudo, os sujeitos foram

classificados através da gordura relativa obtida a partir da AXDE. Para a amostra estudada, ou para outra com características semelhantes à esta, não foi feito nenhum estudo prévio de validação cruzada da equação de Durnim e Womersley<sup>38</sup>, usando como critério a AXDE.

Porém, em estudos de validação cruzada, usando como critério a pesagem hidrostática, esta equação não apresentou validade concorrente para diferentes amostras brasileiras<sup>4, 6</sup>. Então, parece ser uma limitação deste estudo, no que se refere a classificação



**Figura 1.** Análise dos escores residuais da massa livre de gordura obtida por absorptometria de raio-x de dupla energia e por equações de impedância bioelétrica ( $MLG_{AXDE} - MLG_{Equações}$ ) com a média da  $MLG_{AXDE}$  e  $MLG_{Equações}$ . Foi usado o procedimento de Bland e Altman<sup>34</sup>. A linha pontilhada representa a tendenciosidade entre a AXDE e as equações. As linhas sólidas, superior e inferior, representam o limite para validação (erro padrão de estimativa < 2,5 kg).

dos sujeitos quanto ao nível de gordura corporal relativa. Ademais, a praticidade desta equação (eq. 6) é inexistente, uma vez que previamente é necessário mensurar as dobras cutâneas, para posteriormente estimar a gordura relativa, para classificar o sujeito quanto ao nível de gordura corporal relativa ( $< 20\%$  ou  $\geq 20\%$ ).

## CONCLUSÕES

A amostra estudada caracteriza-se por apresentar uma MLG mensurada de  $57,32 \pm 6,21$  kg e % de gordura de  $17,15 \pm 6,41$ ; e, a equação desenvolvida por Segal et al.<sup>33</sup>, para sujeitos com gordura relativa  $\geq 20\%$ , apresenta validade concorrente muito boa para estimar a MLG da amostra estudada com um erro padrão de estimativa de 0,90 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1985.
- Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
- Rising R, Swinburn B, Larson K, Ravussin R. Body composition in Pima Indians: validation of bioelectrical resistance. *Am J Clin Nutr* 1991; 53:594-598.
- Glaner MF, Rodriguez Añez CR. Validação de procedimentos antropométricos para estimar a densidade corporal e percentual de gordura em militares masculinos. *Rev Bras Cine Des Hum* 1999; 1(1):24-29.
- Guedes DP, Sampedro RMF. Tentativa de validação de equações para predição dos valores de densidade corporal com base nas espessuras de dobras cutâneas em universitários. *Rev Bras Ci Esp* 1985; 6(3):182-191.
- Petroski EL, Pires Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 1995; 1(2):65-73.
- Petroski EL, Pires Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 1996; 1(3):5-14.
- Carvalho ABR. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1998.
- Peixoto LAV. Validação cruzada de equações de bioimpedância em homens brasileiros jovens por meio de absorptometria radiológica de dupla energia. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Educação Física]. Brasília (DF): Universidade Católica de Brasília; 2001.
- Silva SC. Fidedignidade e objetividade da medida de impedância bioelétrica na avaliação da gordura percentual em adultos do sexo masculino. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Educação Física: Mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Gama Filho; 1977.
- Bottaro MM. Cross-validation of body composition equations for Brazilian women using dual-energy x-ray absorptiometry. [Doctoral Dissertation – Exercise Science Program]. Albuquerque (NM): University of New Mexico; 1999.
- Yonamine RS. Desenvolvimento e validação de modelos matemáticos para estimar a massa corporal magra de meninos de 12 a 14 anos, por densimetria e impedância bioelétrica. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2000.
- Kacch FI, McArdle WD. Nutrição, exercício e saúde. 4 ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1996.
- Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-817.
- Stacy RW, Williams DT, Worden RE, Mlgorris, R.O. Princípios de biofísica y de física médica. Buenos Aires: El Ateneu; 1958.
- Brunson MA, Lombard S, Mahar MT, Baker JT, Keen SU, Miller LR, Moreland MR, Noland RC, Williams G, Mccammon MR. Cross-validation of techniques to determine body composition. *Med Sci Sports Exerc – Supplement*. 1998; 30(5):276.
- Oppliger RA, Nielsen DH, Vance CG. Wrestlers' minimal weight: anthropometry, bioimpedance, and hydrostatic weighing compared. *Med Scie Sports Exerc* 1991; 23(2):247-253.
- Clark RR, Kuta JM, Sullivan JC. Cross validation of methods to predict body fat in african-american and caucasian collegiate football players. *Res Q Exerc Sport* 1994; 65(19):21-30.
- Deurenberg P, Weststrate JA, Hautvast JGAJ. Changes in fat-free mass during weight loss measurement by bioelectrical impedance and by

- densitometry. *Am J Clin Nutr* 1989; 49:33-36.
20. Glaner MF. Acuracidade das técnicas antropométrica e de impedância bioelétrica para estimar a gordura relativa em universitárias. *Anais do VII Congresso de Educação Física e Ciências do Esporte dos Países de Língua Portuguesa*. Florianópolis: UFSC; 1999. p. 279.
21. Glaner MF. Acuracidade da impedância bioelétrica para estimar a gordura relativa em atletas masculinos. *Anais do XXII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*: São Paulo: CELAFISCS; 1999. p. 77.
22. Heyward VH, Stolarczyk LM. *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics Books; 1996.
23. Glaner MF. Composição corporal em diferentes períodos do ciclo menstrual e validade das técnicas antropométrica e de impedância bioelétrica. *Rev Paul de Ed Fís* 2001;15(1):5-16.
24. Going SB, Masset MP, Hall MC, Bare LA, Root PA, Williams DP, Lohman TG. Detection of small changes in body composition by dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 1993; 57:845-850.
25. Hicks VL, Heyward VH, Baumgartner RN, Flores AJ, Stolarczyk LM, Wotruba EA. Body composition of Native American women estimated by dual-energy x-ray absorptiometry and hydrodensitometry. In: Ellis KJ, Eastman JD, editores. *Human body composition: in vivo methods, models and assessment*. New York: Ed. Plenum; 1993. p. 89-92.
26. Bottaro MM, Heyward VH, Paiva CE. Validação cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Ci Mov* 2000; 8(4):14-20.
27. Glaner MF. Cross-validation of hand-held bioelectrical impedance analysis in males using dual energy x-ray absorptiometry as the reference method. *Book of Abstracts: IX Annual Congress European College of Sport Science*. Clermont Ferrand: Université Blaise Pascal; 2004. p.300.
28. Paiva CRE, Gaya ACA, Bottaro MM, Bezerra RFA. Avaliação da composição corporal em meninos brasileiros: o método de impedância bioelétrica. *Rev Bras Cine Des Hum* 2002; 4(1):37-45.
29. Lohman TG. (1991). Anthropometric assessment of fat-free body mass. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1991. p.173-183.
30. Carvalho ABR, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1998;3(2):5-12.
31. Rising RA, Swinburn B, Larson K, Ravussin R. Body composition in Pina Indians: validation of bioelectrical resistance. *Am J clin Nutr* 1991; 53:594-598.
32. Oppliger RA, Nielsen DH, Vance, CG. Bioelectrical impedance prediction of fat-free mass for high school wrestlers validated. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23:S73.
33. Segal KR, van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgson JA, van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
34. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986; 12:307-310.
35. Pedhazuer EJ. *Multiple regression in behavioral research*. New York: CBS College Publishing; 1996.
36. Kitano T, Kitano N, Inomoto T, Futatsuka M. Evaluation of body composition using dual-energy x-ray absorptiometry, skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis in Japanese female college students. *J Nutr Sci Vitaminol* 2001; 47:122-125.
37. Wong WW, Hergenroeder AC, Stuff JE, Butte NF, Smith EB, Ellis KJ. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:384-389.
38. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32:77-97.

---

**Endereço para correspondência**

Maria Fátima Glaner  
Q 201 Lote 6 Bloco B – apto. 803  
Águas Claras – Brasília – DF  
CEP 71937-540  
mfglaner@pos.ucb.br

Recebido em 14/10/04

Revisado em 25/11/04

Aprovado em 30/11/04