

Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens

Development and validation of equations for the estimation of lean body mass of men by bioelectrical impedance

Anatole Barreto Rodrigues de Carvalho

EMAF - Empresa de Aptidão Física, Recife, PE

Cândido S. Pires Neto

Coordenador da Área de Cineantropometria do Centro de Educação Física e Desporto/UFSM

RESUMO

O propósito dessa investigação foi desenvolver e validar equações para a estimativa da massa corporal magra (MCM) através da impedância bioelétrica em universitários. Para tanto, foram avaliados 66 sujeitos com idades entre de 18 e 30 anos, que foram submetidos à protocolos de avaliação por impedância bioelétrica (IB), pesagem hidrostática, dobras cutâneas, perímetros, estatura e massa corporal. A técnica de regressão múltipla Stepwise (R) foi utilizada para o desenvolvimento das equações preditivas. A análise de validação das equações propostas foram determinadas através da correlação simples de Pearson, teste t dependente e erro padrão de estimativa (EPE). As correlações múltiplas e os erros padrão de estimativa das cinco equações propostas e validadas nesse estudo variaram de $R = 0,94$ a $0,98$ e $EPE = 2,42$ Kg a $2,46$ Kg, respectivamente. Nenhuma diferença estatística significativa ($p > 0,05$) foi encontrada entre os valores médios mensurados e preditos da MCM. Os resultados desse estudo permite as seguintes conclusões: a) as equações desenvolvidas são válidas para a estimativa da MCM para universitários que estejam dentro dos limites dos valores das variáveis analisadas e, b) a equação 04 que possui as variáveis resistência, estatura e massa corporal pode ser apontada como a preferencial, pois a mesma apresenta ótimos valores de correlação múltipla e erro padrão de estimativa, além da praticidade e simplicidade para a avaliação de grandes grupos.

Palavra Chave: Composição corporal, Impedância bioelétrica, Pesagem hidrostática, Equações preditivas.

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop e validate lean body mass (LBM) regression equations for bioelectrical impedance analysis (BIA) of college men aged 18-30 years. Data were collected from 66 college students and it consisted of stature, body mass, hydrostatic weighing, impedance bioelectrical, skinfold and girth. A stepwise multiple regression technique (R) was used to develop predictive equations. The developed equations were validated by means of Pearson's correlation, dependent t-test and the standard error of estimation (SEE). The R and SEE of all five equations ranged from, $0,94$ to $0,98$ and $2,42$ to $2,46$ Kg, respectively. No statistical significant differences ($p > 0,05$) were found between means of the measured and the predicted LBM values. Results allowed the following conclusions: a) the developed equations are valid for the LBM estimation of college students who are within the limits of the analysed variables and, b) equations 04, which includes resistance, stature and body mass, can be indicated as the preferred one due to its excellent R and SEE value, besides its easiness and simplicity for the use with large groups.

Key Words: Body composition, Impedance bioelectrical, Hydrostatic weighing, Prediction equations.

INTRODUÇÃO

A avaliação da composição corporal é um dos componentes da aptidão física de grande importância na determinação e orientação de programas de controle do peso corporal, para estimar o “peso corporal ideal”, monitorar as mudanças na composição corporal decorrentes dos processos de crescimento, desenvolvimento e maturação, e principalmente identificar riscos para a saúde associados com altos e baixos níveis de gordura corporal (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996).

Apesar de existir uma grande variedade de métodos para a estimar os diversos componentes que formam o corpo humano, a maioria é limitado para ambientes clínicos ou de laboratório. Ultimamente, os recursos indiretos mais precisos e mais utilizados nas pesquisas em composição corporal são: a densitometria, hidrometria, espectrometria (contagem de potássio-40) e a DEXA - análise dupla da absorção de photons LUKASKI (1987). Muito embora todos esses métodos sejam aceitos e válidos em suas estimativas, todos apresentam algumas características em comum, estas incluem: equipamentos sofisticados e de alto custo, grande dispêndio de tempo para mensuração e técnicos especializados.

Por outro lado, outros métodos têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados nas estimativas da densidade corporal e/ou percentual de gordura para o uso de campo, dentre eles: a antropometria (BEHNKE & WILMORE, 1974), interactância infravermelho e ultrassom (HEYWARD, 1991), no entanto, com um nível de precisão e confiabilidade menor nas predições dos parâmetros da composição corporal em comparação com os métodos laboratoriais.

Então, a necessidade de uma técnica que forneça a validade e confiabilidade dos métodos laboratoriais associado com a praticidade e aplicabilidade dos métodos de campo, em muito ajudaria aos profissionais da área de saúde, em particular aos profissionais da educação física, onde o estudo da composição corporal está sendo bastante pesquisado. A técnica da impedância bioelétrica (IB) é uma alternativa

aproximada que pode suprir essa necessidade.

Segundo LUKASKI et al. (1986), o método da IB está baseado no princípio de que a passagem do fluxo de uma corrente elétrica é facilitado através do tecido hidratado e isento de gordura. Como no organismo humano a massa corporal magra contém quase toda água e eletrólitos do corpo, a condutividade aí nesse tecido é maior do que aquela registrada no tecido adiposo. Conseqüentemente, na teoria, a medida da impedância permitiria a diferenciação entre a massa corporal magra e a massa gorda.

Apesar de ser um procedimento não invasivo, da rapidez e praticidade no momento da mensuração, não exigir técnicos especializados, ser relativamente acurado para estimar o percentual de gordura e sua utilização ter se tornado cada vez mais freqüente em academias, clubes, escolas e clínicas especializadas, observa-se na literatura a inexistência de informações quanto a correta validade e confiabilidade desse método na avaliação da composição corporal, haja vista pouco se conhecer a respeito das equações preditivas que estão inseridas dentro do software dos analisadores de IB, o que certamente caracteriza uma das limitações desse método.

Desta forma, a magnitude dos erros nas estimativas da composição corporal, quando da utilização do percentual de gordura obtido diretamente do analisador de IB são desconhecidos, em razão da variabilidade biológica existente na proporção da quantidade de água corporal encontrada em indivíduos de diferentes sexos, idade e níveis de constituição/aptidão física.

Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver e validar equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em universitários do sexo masculino, a partir dos indicadores resistência (R), reatância (Rc) e medidas antropométricas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A população deste estudo foi composta por universitários dos cursos de Medicina, Odontologia, Enfermagem, Engenharia, Jornalismo e Educação Física da Universidade Federal de

Pernambuco (UFPE), Universidade de Pernambuco (UPE) e Universidade Católica de Pernambuco (UCPE), além de militares do NPOR da cidade de Santa Maria na faixa etária compreendida entre 18 e 30 anos do sexo masculino.

A amostra foi constituída por 66 indivíduos de diversas classes sociais, saudáveis, adaptados ao meio líquido, praticantes ou não de programas de treinamento ou exercícios físicos orientados. Para a realização desta pesquisa foram utilizados as instalações da UPE - Universidade de Pernambuco, a qual apresenta todas as condições necessárias para a realização desse estudo.

PROTOCOLO DE MENSURAÇÕES

O protocolo de avaliação foi compreendido de 8 dobras cutâneas (DC), 5 perímetros (P), 7 a 10 pesagens hidrostática (PH) e análise de impedância bioelétrica (IB), conforme descrição abaixo:

Dobras Cutâneas: As seguintes dobras cutâneas foram mensuradas na realização desse estudo: subescapular, tríceps, bíceps, peito, supra-íliaca oblíqua, abdominal vertical, coxa e panturrilha seguindo os procedimentos de HARRISON et al. (1988), com exceção da dobra do abdômen que seguiu a padronização de POLLOCK & WILMORE (1993).

Perímetros: Os seguintes perímetros foram mensurados para a realização desse estudo: braço, antebraço, abdômen, coxa e panturrilha. As medidas dos perímetros foram realizadas conforme os procedimentos de CALLAWAY et al. (1988).

Densitometria: Os valores da densidade corporal foram obtidos através da pesagem hidrostática. Para a obtenção dos valores da densidade corporal foram realizadas 7 a 10 pesagens submersas, estando o avaliado na posição grupada conforme sugerem PETROSKI & PIRE NETO (1992) e PETROSKI (1995). Para efeito de cálculo, foi utilizada a média das últimas três leituras como a medida do peso hidrostático. Se nas três últimas pesagens ainda permanecesse uma oscilação maior do que 100 g, tentativas adicionais eram realizadas até que se conseguisse uma estabilização no peso

hidrostático. Os procedimentos para a pesagem hidrostática foram realizados conforme as descrições de KATCH et al. (1967); KATCH (1968); KATCH & MICHAEL (1968) e as recomendações de HEYWARD (1991). Para a determinação da densidade corporal e volume residual empregou-se a equação de BEHNKE & WILMORE (1974) e GOLDMAN & BECKLAKE (1959), respectivamente.

Percentual de Gordura (%G): Para o cálculo do percentual de gordura, foi utilizada a fórmula de SIRI (1961), onde: $\%G = (495 / D) - 450$.

Massa Gorda (MG): A massa gorda foi calculada através da multiplicação da massa corporal pela fração do percentual de gordura. $MG = MC (\%G / 100)$.

Massa Corporal Magra (MCM): A massa corporal magra foi calculada pela seguinte expressão: $MCM = MC - MG$

Impedância Bioelétrica (IB): Para análise da Impedância Bioelétrica foi utilizado o analisador de composição corporal tetrapolar Biodynamics Modelo 310. A técnica da IB requer a colocação precisa de quatro eletrodos em locais bem definidos, estando o avaliado deitado em decúbito dorsal. Após o comando emitido pelo equipamento, uma corrente de baixo estímulo, indolor de Intensidade de 800 mA (Micro Ampères) a uma frequência fixa de 50 kHz (Kilohertz) é introduzida passando do eletrodo fonte para o eletrodo de captação. A queda de voltagem percebida por este último eletrodo é registrada em ohm (W).

Análise dos Dados: Com a finalidade de desenvolver e validar as equações de regressão para a estimativa da MCM em homens, o grupo foi randomicamente dividido em amostra de regressão e amostra de validação. A amostra de regressão foi utilizada para o desenvolvimento das equações de regressões e foi constituída por 50 homens. A amostra de validação foi utilizada para validar as equações desenvolvidas e foi formada por 16 indivíduos oriundos da mesma população que foi randomicamente selecionada e que não participou do desenvolvimento dos modelos de regressão.

Para análise dos dados utilizou-se a estatís-

tica descritiva para a determinação da média e do desvio padrão, a correlação simples de Pearson, e o teste "t" dependente de Student ao nível de significância de 5%. Para a obtenção do modelo de regressão que estabeleceu a estimativa da equação para a MCM, foi utilizada a técnica de regressão múltipla Stepwise, onde as variáveis independentes (preditoras), são introduzidas no modelo uma a uma até que o coeficiente de correlação múltipla (R) seja satisfatório, ou seja, $R > 0.80$. No momento seguinte, o programa começa a excluir, uma a uma, as variáveis independentes que não são significativas para o modelo sem diminuir o coeficiente de correlação múltipla (R).

A variável dependente (critério) foi a MCM determinada através da pesagem hidrostática. A escolha das equações elaboradas foi realizada segundo os seguintes critérios:

- nível de significância das variáveis;
- maior coeficiente de correlação múltipla (R);
- maior coeficiente de determinação (R^2); e,

d) praticidade na utilização do modelo de regressão.

O processo de validação das equações propostas foram realizadas mediante uma segunda amostra independente, segundo as sugestões de JACKSON, (1989); LOHMAN (1992) e HEYWARD & STOLARCZYK (1996), observando os seguintes critérios:

- correlação linear;
- teste "t" de Student dependente; e,
- erro padrão de estimativa (EPE), onde:

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

Toda a estatística foi analisada através do programa SPSS PC + (1988) no laboratório de Cineantropometria do Centro de Educação Física e Desporto da UFSM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal objetivo desse estudo foi desenvolver e validar equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância

TABELA 1 - Características descritivas das amostra de regressão e validação do sexo masculino

	Regressão (n = 50)			Validação (n = 16)		
	\bar{x}	s	Variação	\bar{x}	s	Variação
MC	72,0	11,3	55,1 - 117,7	65,8	8,8	53,1 - 81,5
EST	175,9	7,0	161,3 - 191,0	174,3	6,8	164,8 - 190,8
ID	22,6	3,5	18 - 30	20,2	2,3	18 - 25
Pesagem Hidrostática						
D	1,071	0,012	1,04674 - 1,09202	1,075	0,011	1,05795 - 1,09259
%G	12,2	5,4	3,3 - 22,9	10,2	4,6	3,0 - 17,8
MCM	63,0	7,7	51,0 - 91,0	58,9	7,3	47,0 - 71,0
MG	9,1	5,2	2,1 - 26,9	6,9	3,3	1,6 - 12,4
Impedância Bioelétrica						
%G	14,1	5,4	5,2 - 26,5	10,6	3,5	5,2 - 17,5
MCM	61,6	7,1	51,5 - 86,6	58,7	6,6	49,5 - 70,4
MG	10,3	5,5	2,8 - 31,1	13,7	3,7	9,1 - 28,1
R	482,3	56,6	350 - 614	494,9	33,1	420 - 547
Rc	66,0	1,3	68,8 - 74,3	67,3	6,2	60 - 84

Onde: MC (kg); EST (cm); ID (anos); D (g/ml); MCM e MG (Kg); R e Rc (ohms)

bioelétrica em universitários do sexo masculino. Com o objetivo de propor e validar as equações de regressão para a estimativa da MCM em homens, foi utilizada uma amostra de 66 sujeitos, cujas características da composição corporal determinadas pela PH estimadas pela IB são mostradas na **TABELA 1**.

Para o desenvolvimento das equações para a estimativa da MCM em homens foi empregada a análise de regressão múltipla stepwise, com a finalidade de se detectar quais das variáveis independentes (R, Rc, Eres, MC, EST, ID, P e DC) que melhor traduzissem a variável dependente a ser estimada, neste caso a MCM.

As equações desenvolvidas para estimativa da MCM para homens estão apresentadas na **TABELA 2**. Através dessa tabela, pode-se observar os coeficientes de correlação múltipla (R), os coeficientes de determinação (R^2), e os erros padrões da estimativa (EPE) da MCM para cada equação proposta.

Na **TABELA 2**, encontram-se as 5 equa-

ções propostas para a estimativa da MCM no sexo masculino. As correlações múltiplas (R) destas equações foram bastante similares e variaram de 0,940 (equação 2) a 0,948 (equação 5). As correlações múltiplas (R) encontradas nesse estudo são levemente inferiores aos valores relatados por LUKASKI et al. (1995), $R = 0,98$ quando estes desenvolveram equações para estimativa da MCM em homens de 19 a 42 anos. Esses valores também são inferiores aos divulgados por SEGAL et al. (1985) para uma amostra de 34 homens, $R = 0,96$, com variação de idade de 18 a 58 anos.

Quanto ao EPE, ainda na **TABELA 2**, observa-se que os valores encontrados para as cinco equações desenvolvidas nesse estudo são bastante semelhantes, variando de 2,42 Kg a 2,46 Kg. Esses achados são similares aos relatados por LUKASKI et al. (1986), EPE = 2,5 Kg, em uma amostra heterogênea em termos de idade (19 a 50 anos) e mais baixos e melhores do que os de LUKASKI et al. (1985), EPE = 2,61 Kg, e SEGAL et al. (1985), EPE = 3,06 Kg.

TABELA 2 – Equações de regressão para estimativa da MCM em homens com idades de 18 a 30 anos

Eq.	Regressão	R	R^2	EPE
01.	$MCM = 17,95347 + 0,21414 (Eres) - 0,06145 (Rc) + 0,48890 (MC)$	0,942	0,887	2,44
02.	$MCM = 11,91759 + 0,24610 (Eres) + 0,48744 (MC)$	0,940	0,884	2,46
03.	$MCM = 14,33274 - 0,02696 (R) + 0,17736 (EST) + 0,49396 (MC) - 0,07675 (Rc)$	0,943	0,889	2,42
04.	$MCM = 10,97556 - 0,03187 (R) + 0,17576 (EST) + 0,50702 (MC)$	0,941	0,885	2,46
05.	$MCM = 46,58914 - 0,37804 (Pabd) - 0,02045 (R) + 0,84030 (MC) - 0,16679 (ID)$	0,948	0,899	2,42

Onde: R = resistência; Rc = reatância; EST = estatura (cm); Eres = $(EST^2)/R$; MC = massa corporal (Kg); ID = idade (anos); Pabd = perímetro do abdomen (cm)

De acordo com as observações de LOHMAN (1992), um dos recursos estatísticos de grande importância na elaboração de equações de regressão são os EPEs. Segundo LOHMAN, o EPE verifica o quanto os valores preditos (estimados através das equações de regressão) estão subestimando ou superestimando os valores reais (neste caso, a MCM determinada pela PH). Como limite de precisão, o autor preconiza que o EPE não ultrapasse 3,5 Kg.

Diante dessas informações, observa-se que, todas as equações propostas neste estudo não extrapolaram o limite de precisão proposto por LOHMAN (1992). Portanto, com base nessas evidências, os valores da MCM estimados através das equações aqui propostas apresentam um alto grau de confiança quando de sua aplicação, haja vista, o maior EPE encontrado ser de 2,46 Kg nas equações 2 e 4.

Um outro aspecto importante no desenvolvimento das equações para a estimativa da MCM, refere-se à validação das equações propostas. Para tanto, foi selecionada uma amostra, oriunda da mesma população, constituída por indivíduos que não fizeram parte da amostra de regressão. Na **TABELA 3**, é possível analisar os resultados das validações das equações propostas.

Com base nos resultados apresentados na **TABELA 3**, verifica-se que, as correlações lineares entre os valores da MCM, determinadas através da PH, e os valores preditos através das equações publicadas nesse estudo, são bastante semelhantes, elevadas e significati-

vas, oscilando de $r = 0,938$ (equação 5) a $r = 0,971$ (equação 3).

Outro aspecto analisado na validação das equações desse estudo, foi a comparação das médias obtidas através do teste t dependente entre a MCM determinada através da PH e a MCM estimada pela equação de regressão. Neste particular, observa-se que o teste "t" dependente indicou que não existem diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre as duas médias, evidenciando assim, que a utilização de qualquer uma das equações propostas produzem valores de MCM extremamente confiáveis.

Quanto aos EPEs, verifica-se que os mesmos apresentaram uma amplitude de variação de 1,96 Kg a 2,30 Kg. Diante desses resultados, observa-se que os valores dos EPEs, estão enquadrados dentro da faixa de aceitação para o critério de validação conforme preconiza LOHMAN (1992). Assim, os baixos EPEs indicam que as equações desenvolvidas nesse estudo estimam acuradamente a MCM para esta amostra de universitários masculinos.

Um outro ponto importante, ainda no aspecto da validação, está relacionado com os valores de gordura corporal. Desta forma, através do teste "t" dependente, objetivou-se verificar a existência de possíveis diferenças estatísticas entre o %G, determinado através da densidade obtida pela PH, e o %G derivado das equações propostas neste estudo. Após a análise dos dados, observou-se que nenhuma das equações apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p >$

TABELA 3 - Validação das equações propostas para a estimativa da MCM em homens

Eq.	Variáveis	\bar{x}	s	r*	t**	EPE
MCM determinada pela PH		58,9	7,3			
01.	Eres, Rc, MC	59,4	5,8	0,969	0,57	1,96
02.	Eres, MC	59,2	5,8	0,963	0,50	1,99
03.	R, EST, MC, Rc	59,3	6,1	0,971	0,66	2,00
04.	R, EST, MC	59,2	6,0	0,965	0,54	2,03
05.	Pabd, R, MC, ID	59,7	6,9	0,938	1,22	2,30

* $p < 0,001$; ** $p > 0,05$

TABELA 4 - Comparação dos percentuais de gordura determinados pela PH e estimado através das equações de regressão

Eq.	Variáveis	\bar{x}	s	r*	t**	EPE
MCM determinada pela PH		58,9	7,3			
01.	Eres, Rc, MC	59,4	5,8	0,969	0,57	1,96
02.	Eres, MC	59,2	5,8	0,963	0,50	1,99
03.	R, EST, MC, Rc	59,3	6,1	0,971	0,66	2,00
04.	R, EST, MC	59,2	6,0	0,965	0,54	2,03
05.	Pabd, R, MC, ID	59,7	6,9	0,938	1,22	2,30

*p < 0,001; **p > 0,05

0,05) o que credencia ainda mais a validação dessas equações para o uso de universitários masculinos. Os resultados podem ser observados na **TABELA 4**.

Nesse estudo foram propostas cinco equações para a estimativa da MCM para homens com variação de idade de 18 a 30 anos. No entanto, fica uma pergunta: Qual dessas equações seria a mais apropriada para a estimativa da MCM do jovem brasileiro? Neste aspecto, dentre as cinco equações propostas para o sexo masculino, pode-se afirmar que todas produzem valores de MCM altamente confiáveis, haja vista as mesmas terem sido validadas fornecendo altos e significativos valores de correlação múltipla (acima de 0,90) e baixos valores de EPEs. Assim, em cima dessas considerações, e por uma

questão de conveniência na hora da mensuração, a equação 04 que inclui as variáveis R, EST e MC pode ser apontada como a preferencial, pois a mesma apresenta, simultaneamente, precisão e praticidade no momento da avaliação.

Finalmente, após conhecido o valor da MCM, o percentual de gordura pode ser calculado através da determinação da massa gorda (MG), ou seja: $MG = MC - MCM$ e dividindo a MG pelo MC do sujeito, isto é: $\%G = (MG / MC) \times 100$. Convém salientar que não é recomendado a utilização das estimativas do %G e/ou da MCM obtidas direto do analisador de IB, pois tais estimativas são baseadas em equações preditivas de amostra com características de idade, sexo, raça, níveis de atividade física e níveis de gordura corporal desconhecidos.

Referências Bibliográficas

BIODYNAMICS: Manual de Instruções, 1995: **Monitor de Composição Corporal Biodynamics Modelo 310**. Tbw - Newmed Importadora LTDA, São Paulo.

BEHNKE, A. R. & WILMORE, J. H. **Evaluation and regulation of body build and composition**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1974.

CALLAWAY, C. W.; CHUMLEA, W. C.; BOUCHARD, C.; HIMES, J. H.; LOHMAN, T. G.; MARTIN, A. D.; MITCHELL, C. D.; MUELLER, W. H.; ROCHE, A. F. & SEEFELDT, V. D. Circumferences. In: Lohman, T. G. Roche, A. F. & Martorell, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1988.

- GOLDMAN, H. I. & BECKLAKE, M.R. Respiratory Function Tests: Normal Values of Medium Altitudes and the Prediction of Normal Results. **Am. Rev. Respir. Dis.** v. 79, p. 457 - 467, 1959.
- HEYWARD, V. H. **Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription.** Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1991.
- HEYWARD, V. H. & STOLARCZYK, L. M. **Applied Body Composition Assessment.** Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1996.
- HARRISON, G. G.; BUSKIRK, E. R.; CARTER, J. E. L.; JOHNSTON, F. E.; LOHMAN, T. G.; POLLOCK, M. L.; ROCHE, A. F. & WILMORE, J. Skinfold Thickness and Measurement Technique. In: Lohman, T. G.; Roche, A. F. & Martorell, L. R. **Anthropometric Standardization Reference Manual.** Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1988.
- JACKSON, A. S. Application of Regression Analysis to Exercise Science. In: SAFRIT, M. J.; WOOD, T. M. **Measurement Concepts in Physical Education and Exercise Science.** Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1989.
- KATCH, F. I.; MICHAEL, E. D. & HORVATH, S.M. Estimation of Body Volume by Underwater Weighing: Description of a Simple Method. **J. Appl. Physiol.** v. 23, n.5, p. 811 - 813, 1967.
- KATCH, F. I. & MICHAEL Jr, E. D. Prediction of Body Density From Skin-fold and Girth Measurements of College Females. **J. Appl. Physiol.** v. 25 n. 1, p. 92 - 94, 1968.
- KATCH, F. I. Apparent Body Density and Variability During Underwater Weighing. **Res. Quarterly.** v. 39, n. 4, p. 993 - 999, 1968.
- LOHMAN, T. G. **Advances in Body Composition Assessment.** Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1992.
- LUKASKI, H. C. ; JOHNSON, P. E. ; BOLONCHUK, W. W. & LYKKEN, G. Assessment of Fat-Free Mass Using Bioelectrical Impedance Measurements of the Human Body. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 41, p. 810 - 817, 1985.
- LUKASKI, H. C. ; BOLONCHUK, W. W. ; HALL, C. B. & SIDERS, W. A. Validation of Tetrapolar Bioelectrical Impedance Method to Assess Human Body Composition. **J. Appl. Physiol.** v. 60, n. 4, p. 1327 - 1332, 1986.
- LUKASKI, H. C. Methods for the Assessment of Human Body Composition. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 46, n. 4, p. 537 - 556, 1987.
- PETROSKI, E. L. & PIRES NETO, C. S. Análise do Peso Hidrostático nas Posições Sentadas e Grupadas em Homens e Mulheres. **Kinesis.** v. 10, n. 2, p.49 - 62, 1992.
- PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e Validação de Equações Generalizadas para Predição da Densidade Corporal.** Tese de Doutorado. UFSM, Santa Maria, RS, 1995.
- POLLOCK, M. , WILMORE, J. **Exercícios na Saúde e na Doença: Avaliação e Prescrição para Prevenção e Reabilitação.** 2ª Ed. Rio de Janeiro. Ed. Medsi 1993.
- SIRI, W.E. Body Composition from Fluid Space and Density. In J. Brozek & Hanschel, A. (Eds.), **Techniques for Measuring Body Composition** p. 223 - 224. Washington, D.C. National Academy of Science. 1961.
- SEGAL, K. R.; GUTIN, B.; PRESTA, E.; WANG, J. & VAN ITALLIE, T. Estimation of Human Body Composition by Electrical Impedance Methods: A Comparative Study. **J. Appl. Physiol.** v. 58, n. 5, p. 1565 - 1571, 1985.
- SPSS/PC+ Chicago, IL. 1988.

Endereço para correspondência

R. Manoel de Carvalho 200 - Apto. 1601
Espinheiro - Recife-PE
Cep 520500-370 - Fone (081) 221-0740 / 967-4045