

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

Development and validation of equations for the Estimation of lean body mass of woman by bioelectrical impedance

**Anatole Barreto Rodrigues de Carvalho**

EMAF - Empresa de Aptidão Física, Recife, PE

**Cândido Simões Pires Neto**

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

## RESUMO

O principal objetivo dessa investigação foi desenvolver e validar equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em universitárias com idades de 18 a 28 anos. Para tanto, foram avaliados 58 mulheres que foram submetidas à protocolos de avaliação por impedância bioelétrica e pesagem hidrostática, dobras cutâneas e perímetros. A técnica de regressão múltipla Stepwise foi utilizada para o desenvolvimento das equações preditivas e a análise de validação das equações propostas foram determinadas através da correlação 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  $R = 0,924$  a  $0,927$  e  $EPE = 1,60$  Kg a  $1,70$  Kg, respectivamente. Nenhuma diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) foi encontrada entre os valores médios mensurados e preditos da MCM. Os resultados desse estudo permitem as seguintes conclusões: a) as equações desenvolvidas são válidas para a estimativa da MCM para universitárias que estejam dentro dos limites dos valores das variáveis analisadas e, b) a equação 03, que possui as variáveis massa corporal, estatura e resistência, pode ser apontada como a preferencial, pois a mesma apresenta excelentes valores de correlação múltipla e erro padrão de estimativa, além da praticidade e simplicidade na avaliação de grandes grupos.

**Palavras 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 female college aged 18 - 28 years. Data were collected from 58 college students and it consisted of stature, body mass, hydrostatic weighing, impedance bioelectrical, skinfold and girth. A stepwise multiple regression technique 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,  $0,924$  to  $0,927$  and  $1,60$  to  $1,70$  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 03, which includes body mass, stature and resistance, 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 composição corporal tem se tornado uma área de estudo de grande interesse para muitos cientistas do esporte e do exercício, bem como para os profissionais especializados na prevenção e reabilitação de doenças hipocinéticas, haja vista, a interpretação do percentual de gordura corporal (%G), e conseqüentemente, o fracionamento dos principais componentes estruturais que formam o corpo humano (massa gorda - MG e massa corporal magra - MCM) ter se tornado um dos critérios de grande importância na avaliação de indivíduos atletas e não atletas.

A avaliação da composição corporal é realizada através de procedimentos indiretos que nos permitem avaliar e quantificar os componentes de gordura e massa magra do corpo humano. Um dos procedimentos indiretos que tem sido indicado como um método potencialmente viável e relativamente preciso nas estimativas da composição corporal é a análise da impedância bioelétrica (IB).

O uso da medida da IB nas estimativas da composição corporal em humanos tem sido extensivamente investigado em vários estudos nos últimos anos. Segundo LUKASKI (1987), este método baseia-se no princípio de que a resistência a passagem de uma corrente elétrica é inversamente relacionada à distribuição da água corporal total e dos eletrólitos e diretamente relacionada a quantidade de gordura corporal.

Depois que HOFFER et al. (1969) demonstraram que o total de água corporal é fortemente relacionado com a estatura<sup>2</sup>/impedância ( $r = 0.92$ ), vários pesquisadores vem se utilizando deste método para avaliação da composição corporal em humanos. Contudo, alguns pesquisadores têm concluído que o uso da IB para as estimativas do %G, MG e MCM, resulta em baixos erros de predição LUKASKI et al. (1985), LUKASKI et al. (1986), CHUMLEA & BAUMGARTNER (1990), enquanto que outros têm encontrado elevados erros preditivos SEGAL et al. (1985), JACKSON et al. (1988), DIAZ et al. (1989).

Esses resultados conflitantes não são difí-

ceis de se explicar, porque vários pesquisadores tem utilizado diferentes critérios metodológicos para avaliação dos componentes da composição corporal pela técnica da IB, entre eles: a utilização de amostras heterogêneas com características de sexo, idade, raça e níveis de gordura diferenciadas e a utilização de diferentes tipos de analisadores, o que tem dificultado sobre maneira a validação desse procedimento na avaliação da composição corporal.

Para confirmar estes achados PETROSKI et al. (1996), compararam os parâmetros da composição corporal por diferentes analisadores de IB: Byodinamics - modelo 310 e Valhalla Scientific - modelo 1190 B). Os resultados mostram que apesar dos valores de resistência e reatância terem sido similares ( $p > 0,05$ ) entre os dois analisadores, o teste t dependente evidenciou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) nos componentes %G, MG e MCM. Em cima dessas evidências, supõe-se que as diferentes estimativas da composição corporal são atribuídas a diferentes equações matemáticas que estão inseridas no software de cada analisador.

Através da revisão de literatura realizada, observou-se a inexistência de informações no que diz respeito às equações para estimativa da MCM a partir de amostras brasileiras, o que certamente caracteriza uma enorme lacuna na área. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e validar equações para a estimativa da MCM através da impedância bioelétrica em universitárias do sexo feminino.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A população deste estudo foi composta por universitárias 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), na faixa etária compreendida entre 18 e 30 anos do sexo feminino.

A amostra foi constituída por 58 sujeitos de diversas classes sociais, saudáveis, adaptados ao meio líquido, praticantes ou não de programas de treinamento ou exercícios físicos ori-

entados. Para a realização desta pesquisa foram utilizados os equipamentos e as instalações da UPE - Universidade de Pernambuco, o 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-ilíaca 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 & PIRES 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 as equações 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 Ampéres) 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 mulheres, 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 47 mulheres. A amostra de validação foi utilizada para validar as equações desenvolvidas e foi formada por 11 mulheres oriundas da mesma população que foi randomicamente selecionada e que não participou do desenvolvimento dos modelos de regressão.

Para análise dos dados utilizou-se a estatística 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 ( $R^2$ );
- 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 bioelétrica em universitárias do sexo feminino. A **Tabela 1** retrata, através da estatística descritiva, os valores médios, desvios-padrão e os valores mínimos e máximos que caracterizaram as amostras estudadas.

Com a finalidade de desenvolver as equações para a estimativa da MCM foi empregada a análise de regressão múltipla stepwise. Desta

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

	Regressão (n = 47)			Validação (n = 11)		
	$\bar{x}$	s	Variação	$\bar{x}$	s	Variação
<b>MC</b>	56,0	7,1	44,3 - 80,9	57,1	7,3	47,0 - 67,6
<b>EST</b>	162,7	5,6	149,0 - 174,0	161,9	7,9	149,8 - 174,2
<b>ID</b>	21,3	2,4	18 - 28	22,6	3,1	18 - 28
<b>Pesagem Hidrostática</b>						
<b>D</b>	1,051	0,011	1,02880 - 1,06955	1,046	0,017	1,02921 - 1,08163
<b>%G</b>	20,9	4,9	12,8 - 31,1	23,3	7,5	7,6 - 30,9
<b>MCM</b>	44,2	4,6	33,8 - 55,7	43,5	4,3	36,7 - 49,1
<b>MG</b>	11,9	4,0	6,1 - 25,2	13,6	5,1	3,6 - 18,5
<b>Impedância Bioelétrica</b>						
<b>%G</b>	24,3	3,7	18,4 - 34,8	26,3	3,9	18,2 - 32,4
<b>MCM</b>	42,3	4,2	32,6 - 52,8	41,7	5,0	32,6 - 49,0
<b>MG</b>	13,7	3,7	9,1 - 28,1	15,1	3,6	8,6 - 20,5
<b>R</b>	615,0	50,8	496 - 716	632,2	66,5	536 - 769
<b>Rc</b>	73,0	9,0	52 - 91	75,5	10,4	58 - 94

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

forma objetivou-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 nas mulheres estão apresentadas na **Tabela 2**. Através dessa tabela, pode-se observar, os coeficientes de correlação múltipla (R), os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), e os erros padrões da estimativa (EPE) da MCM para cada equação proposta.

Na **Tabela 2**, estão presentes as 5 equações propostas para a estimativa da MCM nas mulheres. As correlações múltiplas (R) dessas equações foram bastante elevadas e similares oscilando de 0,924 (equação 1) a 0,927 (equação 5). Esses resultados são menores do que os relatados por LUKASKI et al. (1986) R = 0,979, para uma amostra de mulheres de 19 a 43 anos. Ainda na **Tabela 2**, a exemplo das correlações múltiplas (R), os EPEs para as 5 equações também foram bastante similares variando de 1,60 Kg (equação 2) a 1,70 Kg (equação 4). Esses EPEs são inferiores e melhores do que os relatados por LUKASKI et al. (1986), que indicou um EPE = 2,0 Kg.

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 para as equações estimativas da MCM, o EPE não ultrapasse 2,8 Kg.

Diante desses valores, observa-se que, todas as equações propostas neste estudo não extrapolaram o limite de precisão proposto por

**Tabela 2 - Equações de regressão para estimativa da MCM em mulheres com idades de 18 a 28 anos**

Eq.	Regressão	R	R <sup>2</sup>	EPE
01.	MCM = 0,39493 (Eres) + 0,33101 (MC) + 0,17800 (EST) - 20,44659	0,924	0,854	1,62
02.	MCM = 0,03211 (Rc) + 0,33031 (MC) + 0,38330 (EST) - 0,03159 (R) - 19,60829	0,926	0,858	1,60
03.	MCM = 0,33268 (MC) + 0,38045 (EST) - 0,02810 (R) - 19,08062	0,925	0,855	1,61
04.	MCM = 0,03922 (Rc) + 0,45921 (Eres) + 0,32653 (MC) + 0,14979 (EST) - 21,25400	0,926	0,858	1,70
05.	MCM = 0,34680 (Eres) + 0,25025 (MC) + 0,23026 (EST) + 0,34234 (Ppan) - 34,03626	0,927	0,859	1,59

Onde:

R = resistência; Rc = reatância; EST = estatura (cm); Eres = (EST<sup>2</sup>)/ R  
MC = massa corporal (Kg); Ppan = perímetro da panturrilha (cm).

LOHMAN. 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 ter sido de 1,70 Kg na equação 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 1** encontram-se as características físicas da amostra de regressão. Na **Tabela 3**, é possível analisar os resultados das validações das equações propostas.

A partir dos resultados apresentados na **Tabela 3**, verifica-se que, as correlações lineares entre os valores da MCM, determinadas diretamente através da PH, e os valores preditos através das equações publicadas nesse estudo, são bastante semelhantes, elevadas e significativas, ( $p < 0,001$ ), oscilando de  $r = 0,899$  (equação 2) a  $r = 0,904$  (equação ).

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 1,64 Kg a 1,74 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 universitárias femininas.

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 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 ( $p > 0,05$ ) o que credencia ainda mais a validação dessas equações para o uso de universitárias femininas. Os resultados podem ser observados na **Tabela 4**.

Finalmente, dentre as cinco equações propostas para o sexo feminino com variação de idade de 18 a 28 anos, pode-se afirmar que todas produzem valores de MCM altamente confiáveis, haja vista as mesmas terem sido validadas fornecendo altos e significativos valores

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

Eq.	Variáveis	$\bar{x}$	s	r*	t**	EPE
<b>MCM determinada pela PH</b>		<b>43,5</b>	<b>4,3</b>			
01.	Eres, MC, EST	43,8	4,4	0,901	0,47	1,71
02.	Rc, MC, EST, R	43,7	4,5	0,899	0,44	1,69
03.	MC, EST, R	43,7	4,6	0,900	0,41	1,74
04.	Rc, Eres, MC, EST	43,8	4,3	0,904	0,51	1,64
05.	Eres, MC, EST, Ppan	43,6	4,5	0,903	0,27	1,70

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

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

Sexo Feminino (n = 11)					
Eq.	Variáveis	$\bar{x}$	s	r *	t **
%G pela PH via Siri (1961)		23,2	7,5		
01.	Eres, MC, EST	22,9	5,2	0,884	0,27
02.	Rc, MC, EST, R	22,9	5,0	0,883	0,24
03.	MC, EST, R	23,0	5,1	0,873	0,20
04.	Rc, Eres, MC, EST	22,8	5,2	0,894	0,33
05.	Eres, MC, EST, Ppan	23,1	5,5	0,872	0,09

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

de correlação múltipla e baixos valores de EPes. No entanto, por uma questão de conveniência na hora da mensuração, a equação 03 que inclui as variáveis MC, EST e R pode ser apontada como a preferencial, pois a mesma apresenta, simultaneamente, precisão e praticidade para avaliação de grandes grupos populacionais.

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 obtida MG pela MC do indivíduo, isto é:  $\%G = (MG / MC) \times 100$ . Convém salientar que nós não reco-

mendamos a utilização dos indicadores do %G e/ou da MCM obtidas diretamente do analisador de IB (Byodinamics, Valhalla, Maltron, etc.), a menos que:

- a) se conheça quais equações estão programadas dentro software do analisador;
- b) se obtenha informações do fabricante a respeito da validade e acuracidade dessas equações e;
- c) se determine se essas equações são generalizadas ou específicas e se podem ser aplicadas para o grupo a ser avaliado.

## 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.; MITTCHELL, C. D.; MUELLER, W. H.; ROCHE, A. F. & SEEFELDT, V. D. Circumferences. In: Lohman, T. G. Roche, A. F. & Martorell, R. **Anthropometric Standartization Reference Manual**. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1988.

- CHUMLEA, W.C. & BAUMGARTNER, J. A. Bioelectrical Impedance Methods for the Estimation of Body Composition. **Can. J. Spor. Sci.** v. 15, n. 3, p. 172 - 179, 1990.
- DIAZ, J.V., IMMINK, M. & GONZALES, T. Bioimpedance or Anthropometry? **Eur. J. Clin. Nutr.** v. 43, p. 129 - 137, 1989.
- 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.
- HOFFER, E. C. ; MEADOR, C. K. & SIMPSON D. C. Correlation of Whole-Body Impedance with Total Body Water Volume. **J. Appl. Physiol.** v. 27, n. 4, p. 531 - 534, 1969.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; GRAVES, J. E.; MAHAR, M. T. Reliability and Validity of Bioelectrical Impedance in Determining Body Composition. **J. Appl. Physiol.** v. 64, n. 2, p. 529 - 534, 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.
- PETROSKI, E. L.; VELHO, N. M.; GUIMARÃES, F. J. S. P.; PIRES NETO, C. S. Estimativa da Composição Corporal por Diferentes Analisadores de Impedância Bioelétrica. **Anais do IV Semana da Pesquisa.** Florianópolis, 1996, p. 139.
- 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.

**Endereço para correspondência**

Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Educação Física  
Rio Grande do Sul - RS