

**COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MILITARES UTILIZANDO
DENSITOMETRIA, ANTROPOMETRIA E IMPEDÂNCIA
BIOELÉTRICA:
UM ESTUDO COMPARATIVO**

Adair da Silva LOPES¹, Cândido S. PIRES NETO²

RESUMO

Este estudo objetivou comparar os valores da composição corporal de militares através de três métodos: densitometria (pesagem hidrostática), análise de impedância bioelétrica e método antropométrico (dobras cutâneas). A amostra constituiu-se de 18 militares do sexo masculino (idade $18,67 \pm 0,48$ anos; peso $69,64 \pm 7,58$ kg; estatura $175,81 \pm 5,34$ cm). A pesagem hidrostática (PH), foi utilizada como critério para a densidade corporal (D, g/ml), gordura relativa (% G), massas de gordura (MG, kg) e corporal livre de gordura (MCLG, kg). Para comparar a D, utilizou-se oito equações preditivas da D. O % G e a MCLG na impedância bioelétrica (IB) foram obtidos através dos aparelhos Biodynamics 310 (1995) e Valhalla, 1990B. Utilizou-se a estatística descritiva, correlação de Pearson e o teste t dependente, $p < 0,01$. Os resultados indicaram que as equações específicas para universitários e adultos jovens e as desenvolvidas para atletas jovens, predizem com maior acuracidade a densidade corporal destes militares do que as equações generalizadas. O analisador Biodynamics superestimou o % G e subestimou a MCLG em relação ao método de referência, enquanto que o Valhalla não apresentou diferença significativa no % G, mas subestimou a MCLG. A IB apresentou maior correlação com a PH do que o método antropométrico.

UNITERMOS: método, composição corporal, densitometria, antropometria, impedância bioelétrica

¹ Centro de Desportos/ NuPAF/UFSC; Ddo. PPGCMH/CEFD/UFSM.

² Prof. Titular Dr. CEFD/UFSM.

ABSTRACT**BODY COMPOSITION OF MILITARY MEN BY DENSITOMETRY,
ANTHROPOMETRY AND BIOELECTRIC IMPEDANCE:
A COMPARATIVE STUDY**

The purpose of this study was to compare body composition of military men determined by densitometry, anthropometry and bioelectric impedance. Subjects were 18 military men, aged 18.67 ± 0.48 years, (weight 69.64 ± 7.58 kg; height = 175.81 ± 5.34 cm). Hydrostatic weighing (HW) technique was used as criterion for body density (D, g/ml), relative body fat (% F), fat mass (FM, kg) and body fat free mass (FFM, kg). Each of all eight regression equations were compared with the criterion D by dependent t-test. Body impedance equipments, Biodynamics 310 and Valhalla 1990B, were also used for % F and FFM. Descriptive statistics, Pearson's coefficient correlation and paired t-test ($p < 0,01$) were used to treat data. Results showed that specific equations derived from college students and athletes were better predictors of D than the analyzed generalized equations. The Biodynamics analyzer overestimated % F and underestimated FFM when compared against the criterion method, while the Valhalla value of % F was not different from the criterion but underestimated FFM. Both body impedance equipments were better correlated with HW than the anthropometric method.

UNITERMS: method, body composition, densitometry, anthropometry, bioelectrical impedance.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o número de métodos para avaliação *in vivo* da composição corporal tem aumentado consideravelmente (Malina, 1987). Entre estes novos métodos que têm sido desenvolvidos ou aperfeiçoados, como a análise de ativação de neutrons¹, tomografia computadorizada², ressonância magnética³, absorção de energia dupla de raio-x⁴, condutividade elétrica corporal total⁵ e diluição de isótopos⁶, alguns (2, 3, 4) tendem a ser mais acurados do que os métodos tradicionais - antropometria, excreção de creatina urinária, potássio corporal total e água corporal total (Lukaski, 1996). Entretanto, estes novos métodos, apresentam desvantagens por serem muito dispendiosos, de difícil manejo, requerem instrumentos sofisticados e técnicos altamente treinados. Além disso, em alguns destes métodos, o avaliado é exposto à radiação e substâncias

tóxicas (Lukaski, 1987; Deurenberg, Weststrate, Hautvast, 1989; Baumgartner, Chumlea & Roche, 1990).

O método densitométrico, através da pesagem hidrostática, geralmente é utilizado como referência na validação de outros métodos, pois apresenta uma alta precisão na medida da densidade corporal de 0,002-0,003 Kg/L, correspondendo a um erro na estimativa da percentagem de gordura corporal entre 1 e 1,5%, quando comparados com estudos de dissecação (Mendez & Lukaski, 1981). Entretanto, é de difícil aplicação em pessoas não adaptadas ao meio líquido e em alguns grupos específicos como crianças, idosos, obesos (Baumgartner et al. 1990).

Já o método antropométrico tem se apresentado como um dos mais práticos, não invasivo e que utiliza equipamentos de baixo custo quando comparado com outros métodos, além de correlacionar-se significativamente com a densidade corporal obtida através da pesagem hidrostática (Keys & Brozek, 1953; Durnin & Rahaman, 1967). Entretanto, as equações de regressão que utilizam o método antropométrico são geralmente específicas à população de origem, e a acuracidade das medidas de dobras cutâneas e as várias técnicas originam muitos erros. A precisão da densidade corporal através de variáveis antropométricas corresponde a uma variação de 2% a 4% da gordura corporal, utilizando-se a equação de Siri (1961), e Lohman, (1992).

Por sua vez, a análise de impedância bioelétrica (AIB) é um método relativamente novo que tem sido utilizado para a avaliação da composição corporal, por ser relativamente barato e pode ser aplicado em estudos epidemiológicos, apesar de sua acuracidade na medida da composição corporal ser ainda discutida (Lukaski, 1985, 1996). Segundo Baumgartner (1996), a AIB apresenta um erro padrão na estimativa da gordura corporal de 3,5% a 5%. Desta forma, a AIB é um método menos preciso do que o método densitométrico e é comparado com a acuracidade do método antropométrico, através da técnica de medida de dobras cutâneas. Entretanto, as maiores vantagens da AIB sobre o método densitométrico é o seu uso em grandes amostras, o seu fácil e rápido manejo e não necessitar de adaptação ao meio líquido (Lukaski et al. 1986, 1987). Sobre as dobras cutâneas, a AIB apresenta a vantagem de ser facilmente utilizado em pessoas obesas (Deurenberg et al. 1989). Um dos problemas, entretanto, na validação e desenvolvimento da AIB, como um método para avaliação da composição corporal, é que utiliza como métodos de referências, entre outros, a densitometria e a hidrometria, e estes métodos não estão livres de erros, levando o novo método (AIB) a apresentar erros ainda maiores (Van Loan, 1990). Desta forma, dentre os vários métodos para avaliação da composição corporal em humanos cada um possui vantagens e desvantagens, que podem ser técnicas e biológicas (Kirkendall et al. 1991). Os métodos que são menos dispendiosos também tendem a ser menos precisos (Lukaski et al. 1986).

Este estudo teve como objetivo comparar os valores da composição corporal em um grupo de militares jovens obtidos através de três métodos distintos: densitometria, (pesagem hidrostática), como método de referência, antropometria (dobras cutâneas) e impedância bioelétrica

METODOLOGIA

A amostra foi constituída por 18 militares do sexo masculino, com média de idade $18,67 \pm 0,48$ anos, pertencentes ao Núcleo Preparatório de Oficiais da Reserva (NPOR), selecionada intencionalmente dentre aqueles que estavam adaptados ao meio líquido, que é exigido pela técnica da pesagem hidrostática.

Protocolo de mensuração: Antropometria

Para o estudo foram determinados: massa e estatura corporais, dobras cutâneas (DC) subescapular (SE); tríceps (TR); bíceps (BI); peito (PT); axilar vertical (AXV); abdominal vertical (ABDV); suprailíaca vertical e oblíqua (SIV e SIO); coxa medial (CX); e panturrilha medial (PAN), conforme os procedimentos do Laboratório de Cineantropometria da Universidade Federal de Santa Maria e de Harrison, et al (1991). Utilizou-se um compasso de DC da marca CESCORF. As medidas foram realizadas, no mínimo, três vezes alternadamente no lado direito do avaliado. Em caso de discrepância novas medidas foram realizadas. Foi utilizada a média como valor da medida. Em caso de coincidência de duas medidas estas foram determinadas como valor final (TABELA 2).

Para comparar a D, obtida através da pesagem hidrostática, utilizou-se oito equações preditivas da densidade corporal desenvolvidas por oito diferentes autores e que utilizam 2, 3 e 4 dobras cutâneas. Procurou-se comparar os resultados com equações generalizadas (1, 2, 5), específicas para universitários e adultos jovens (4, 6, 8) e, específicas para atletas (3, 7), conforme a TABELA 1.

Densitometria

O método densitométrico, através da técnica de pesagem hidrostática, foi utilizado como critério para a densidade corporal (D, g/ml), gordura corporal relativa (% G) e massa corporal magra (MCLG, kg). A D foi determinada, conforme Behnke & Wilmore (1974), através da equação:

$$D(g/ml) = \frac{P}{[(P - Pa) / Da] - (VR + 0,100)}$$

Onde: D = Densidade corporal;
 P = Massa corporal em kg;
 Pa = Peso na água em kg;
 Da = Densidade da água;
 VR = Volume residual em litros e,
 0,100 = Constante de gás gastrointestinal (100 ml).

TABELA 1 - Equações preditivas da densidade corporal

N	Equações estimativas da densidade corporal (D)	IDADE	R	R ²	EPE
1	PETROSKI, 1995; PET (95) 1.10726863 - 0.00081201*(x1)+0.00000212*(x1) ² -0.00041761*(I)	18-66	0,87	0,76	0,0075
2	DURNIN & WOMERSLEY, 1974; D&W (74) 1.1620 - 0.0630 * Lg10(x2)	17-19	NA	NA	0,0073
3	THORLAND et al, 1984; THO (84) 1.1136 - 0.00154 * (x3) + 0.00000516 * (x3) ²	14-19	0,81	0,66	0,0056
4	GUEDES, 1985; GUE (85) 1.17136 - 0.06706 * Lg10(x4)	18-28	0,89	0,79	0,0057
5	JACKSON & POLLOCK, 1978; J&P (78) 1.1093800 - 0.0008267*(x5)+0.0000016 (x5) ² -0.0002574*(I)	18-61	0,91	0,83	0,0077
6	SLOAN, 1967; SLO (67) 1.1043 - 0.001327 * (CX) - 0.001310 * (SE)	18-26	0,84	0,71	0,0067
7	FORSYTH & SINNING, 1973; F&S (73) 1.10300 - 0.00168 * (SE) - 0.00127 * (ABDV)	19-22	0,82	0,68	0,0060
8	KATCH & McARDLE, 1973; K&M (73) 1.09665 - 0.00103*(TR)-0.00056*(SE) - 0.00054*(ABDV)	18-24	0,86	0,74	0,0072

Onde: DC = dobra(s) cutânea(s); Σ = somatório; SE = DC subescapular; TR = DC tricípital; BI = DC bicipital; PT = DC peitoral; AXV = DC axilar vertical; ABDV = DC abdominal vertical; SIV = DC suprailíaca vertical; SIO = DC suprailíaca oblíqua; CX = DC coxa medial; PAN = DC panturrilha medial; x1 = Σ4DC: SE, TR, SIO, PAM; I = idade em anos; Lg10(x2) = logaritmo Σ4DC: TR, BI, SE, SIV; x3 = Σ3DC: TR, SE, AXV; Lg10(x4) = Σ3DC: ABDV, TR, SIO; x5 = Σ3DC: CX, PT, ABDV. NA = valor não apresentado.

Para a mensuração do peso hidrostático foi utilizado uma caixa de madeira, de formato quadrado, 130 X 130 cm, com 140 cm de altura, sem fundo, construída em madeira com 2,5 cm de espessura e colocado dentro de uma piscina semi-olímpica aquecida.

Para o peso n'água utilizou-se uma balança Filizola, com capacidade para 6 kg e com divisão de 5 em 5 gramas e fixada sobre uma prancha com 30 cm de largura e 5 cm de espessura, suspensa a 190 cm de altura, apoiada por dois suportes fixos na posição central, em dois lados opostos da caixa.

No local do prato da balança é adaptada uma base em alumínio com 50 cm de comprimento, em cujas extremidades é fixada uma corrente para a sustentação do trapézio utilizado pelos sujeitos no momento da pesagem submersa. O trapézio é tubular, em PVC, cano 40 mm, com dimensão de 50 cm. Na técnica de pesagem adotou-se os procedimentos descritos por Petroski & Pires Neto (1992).

O volume residual foi calculado através da equação de Goldman & Becklake (1959):

$$VR = 0,017 * (\text{idade em anos}) + 0,027 * (\text{estatura em cm}) - 3,477.$$

Para converter a D em % G (gordura relativa), utilizou-se a equação de SIRI (1961): $\% G = (495 / D) - 450$.

A MCLG foi estimada subtraindo a massa de gordura (MG) da massa corporal (MC): $MCLG = MC - MG$. A MG (kg) foi obtida multiplicando-se a massa corporal total pela fração do percentual de gordura: $MG = MC \times (\% G / 100)$, conforme Behnke & Wilmore (1974).

Impedância bioelétrica

Os dados da análise de impedância bioelétrica foram coletados seguindo as normas do fabricante dos aparelhos VALHALLA, modelo 1990B, e BIODYNAMICS, modelo 310 (1995).

As medidas com os dois aparelhos foram realizadas uma após a outra sem a remoção dos eletrodos, sendo que o avaliado permaneceu imóvel entre uma medida e outra. As medidas foram realizadas de manhã estando os avaliados em jejum e sem praticar exercícios físicos por aproximadamente 12 horas.

Análise estatística

Na análise estatística utilizou-se a estatística descritiva básica, coeficiente de correlação de Pearson (r), teste t de Student dependente, para verificar se haviam diferenças estatisticamente significativas, $p < 0,01$, entre as médias da densidade corporal, gordura relativa, gordura absoluta, e massa corporal livre de gordura, obtidas através da pesagem hidrostática, cada uma das equações de regressão e análise de impedância bioelétrica. Utilizou-se o pacote estatístico SPSS/PC+ (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características antropométricas da amostra estudada, são apresentadas na TABELA 2 onde pode-se constatar que a amostra caracterizou-se por ser homogênea. A idade variou entre 18 e 19 anos com média de 18,67 anos e um desvio padrão de apenas 0,48 anos. Assim como também apresenta pouca variação no peso corporal, estatura corporal e dobras cutâneas.

Os resultados médios da comparação da pesagem hidrostática, para a densidade corporal (D), gordura corporal relativa (% G), massa de gordura (MG), massa corporal livre de gordura (MCLG), com as equações antropométricas preditivas da densidade corporal e análise de impedância bioelétrica, bem como o coeficiente de correlação, são apresentados na TABELA 3.

TABELA 2 - Características antropométricas da amostra

VARIÁVEIS	\bar{x}	s	MÍNIMO	MÁXIMO
Idade (anos)	18,67	0,48	18,00	19,00
Massa corporal (kg)	69,64	7,58	57,10	84,00
Estatura (cm)	175,81	5,34	170,60	190,80
Comp. tronco cef. (cm)	94,69	3,28	89,30	99,90
Envergadura (cm)	177,56	6,05	168,00	189,50
DOBRAS CUTÂNEAS (mm)				
Subescapular	9,64	1,50	6,70	12,60
Tríceps	8,70	2,08	4,80	11,40
Bíceps	3,93	0,84	2,60	6,00
Peito	5,51	1,55	3,80	8,60
Axilar Vertical	6,64	1,59	4,30	10,90
Abdomem Vertical	9,93	3,07	5,20	15,50
Suprailíaca Vertical	10,17	3,10	5,30	17,10
Suprailíaca Obliqua	10,18	3,54	5,50	19,30
Coxa Medial	12,55	3,62	6,40	20,70
Panturrilha Medial	8,58	2,64	4,10	13,40

Em termos de composição corporal, verifica-se através da TABELA 3, que a amostra é composta por indivíduos magros e que entre os métodos de avaliação ocorreu uma oscilação entre 7,17% (J&P, 78) e 13,76% (D&W, 74) da gordura corporal relativa. Já em relação à massa corporal livre de gordura (MCLG), esta oscilação variou de 59,95 kg (D&W, 74) a 64,65 (J&P, 78). Resultados semelhantes aos deste estudo foram relatados por Lohman (1992), quando constatou que as equações que utilizam dobras cutâneas de Durin & Womersley (1974) apresentaram mais alto percentual de gordura (26,9%) do que a equação de Jackson & Pollock (1978), (23,4%). Os resultados deste estudo também estão de acordo com Van Loan (1990), quando cita que em alguns casos, o uso de medidas

antropométricas aumenta a predição da percentagem de gordura, superestimando-a. Diferenças estatisticamente significativas, $p < 0,01$, foram constatadas entre a densidade corporal avaliada pela pesagem hidrostática e todas as equações generalizadas D&W (74), J&P (78), PET (95). Estes resultados estão de acordo com Durnin & Womersley (1974) e Jackson & Pollock (1977), quando citam que os resultados de estudos que utilizam equações de regressão para predizer a densidade corporal, apresentam uma grande margem de erro quando aplicados em populações com características diferentes daquelas que originaram as equações. As características da amostra deste estudo, de fato influenciaram estes resultados (TABELA 2). Por exemplo, as características da idade: $\bar{x} = 18,67 \pm 0,48$; valor mínimo 18 anos, valor máximo 19 anos, diferem das características da amostra do estudo de Jackson & Pollock (1978), $\bar{x} = 32,6 \pm 10,8$; valor mínimo 18 anos, valor máximo 61 anos. Assim, como nas demais variáveis estudadas estas diferenças podem ser constatadas. O que não se observou nas equações específicas para universitários e para atletas jovens. Isto reforça a citação de Jackson & Pollock (1982), que equações desenvolvidas para um grupo etário, não são válidas para outros grupos.

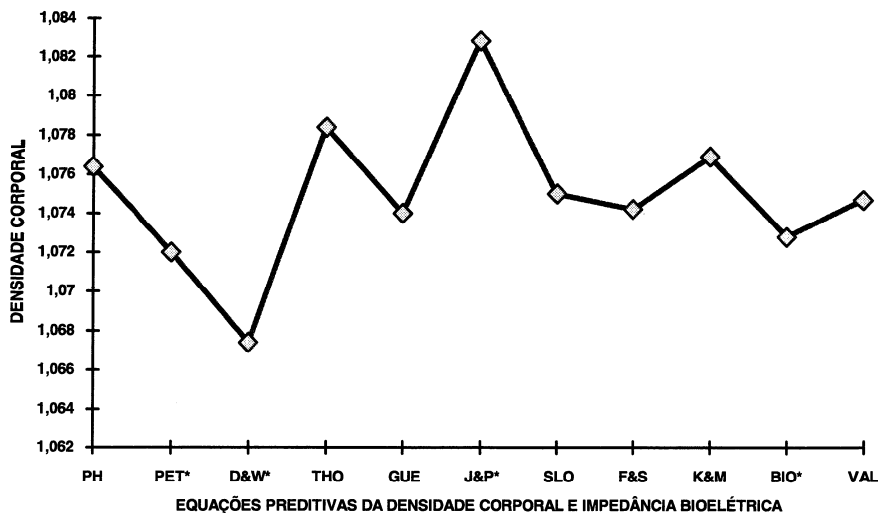
TABELA 3 - Correlação e comparação entre os resultados da pesagem hidrostática, equações antropométricas preditivas da densidade corporal e impedância bioelétrica

VARIÁVEIS		D (g/cc)	% G	MG (kg)	MCLG (kg)	r	t	p
PH	x	1,0764	9,89	6,99	62,65			
	s	0,005	2,24	2,26	5,80			
1 - PET (95)	x	1,0720*	11,76*	8,30*	61,35*	0,70	-4,43	0,001
	s	0,005	2,35	2,32	5,73			
2 - D&W (74)	x	1,0674*	13,76*	9,70*	59,95*	0,62	-7,73	0,001
	s	0,006	2,59	2,57	5,59			
3 - THO (84)	x	1,0784	9,01	6,39	63,25	0,59	1,70	0,109
	s	0,006	2,56	2,31	5,83			
4 - GUE (85)	x	1,0740	10,92	7,75	61,89	0,64	-1,57	0,135
	s	0,009	3,65	3,09	5,66			
5 - J&P (78)	x	1,0828*	7,17*	5,09*	64,55*	0,78	8,01	0,001
	s	0,005	2,12	1,91	6,20			
6 - SLO (67)	x	1,0750	10,47	7,42	62,23	0,79	-1,59	0,130
	s	0,006	2,55	2,45	5,69			
7 - F&S (73)	x	1,0742	10,83	7,67	61,98	0,61	-1,87	0,078
	s	0,006	2,57	2,51	5,62			
8 - K&M (73)	x	1,0769	9,65	6,80	62,84	0,63	0,56	0,580
	s	0,004	1,83	1,85	6,08			
9 - BIO (95)	x	1,0728*	11,43*	8,13*	61,57*	0,83	-4,23	0,001
	s	0,005	2,80	2,78	5,45			
10 - VAL (1990B)	x	1,0747	10,59	7,83*	61,95*	0,79	-1,51	0,149
	s	0,006	3,23	3,18	4,84			

OBS: * Médias significativamente diferentes da média da PH pelo teste t ($p < 0,01$); BIO (95) = BIODYNAMICS, modelo 310; VAL (90B) = VALHALLA, modelo 1990B; Valores de t, r e p entre percentual de gordura decorrente da PH e percentual de gordura das demais variáveis; A densidade corporal para Impedância Bioelétrica foi obtida substituindo o percentual de gordura da AIB na equação de Siri: $D = 495 / (\% G + 450)$.

Nos gráficos são representados os resultados, respectivamente, da densidade corporal (GRÁFICO 1), da gordura relativa e absoluta (GRÁFICO 2), e evolução da massa corporal livre de gordura (GRÁFICO 3), da comparação entre os métodos.

GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO DA DENSIDADE CORPORAL COMPARANDO PESAGEM HIDROSTÁTICA, EQUAÇÕES PREDITIVAS E IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA



* Médias da densidade corporal obtidas através de equações preditivas e AIB que são significativamente diferentes da densidade da PH, ($p < 0,01$).

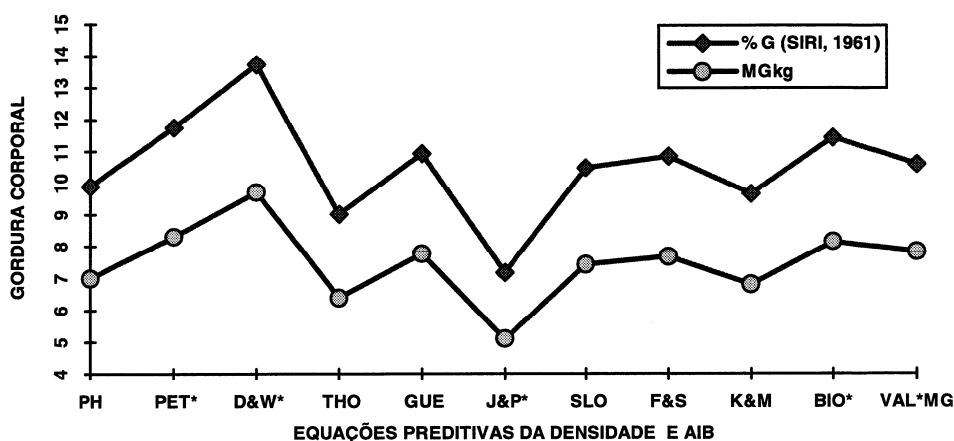
Ainda com relação as características da amostra, deve-se considerar que o grupo de militares do NPOR, realizavam atividades físicas 5 dias por semana. Isto pode ter influenciado de forma significativa o aumento da MCLG e uma redução do % G, divergindo do tipo de amostra que são utilizadas nas equações

generalizadas. A respeito disto, THORLAND et al. (1984) citam que grandes erros na estimativa da densidade corporal resultam da utilização de equações que foram derivadas de populações gerais e aplicadas em populações bem condicionadas (específicas).

Outro fator a considerar, é o número reduzido de dobras cutâneas utilizadas nas equações preditivas da densidade corporal utilizadas (de 2 a 4 dobras), isto pode ter contribuído para estas diferenças significativas entre PH e equações preditivas generalizadas. Para Durnin & Rahaman (1967), a utilização de um maior número de dobras cutâneas pode reduzir o erro de medida.

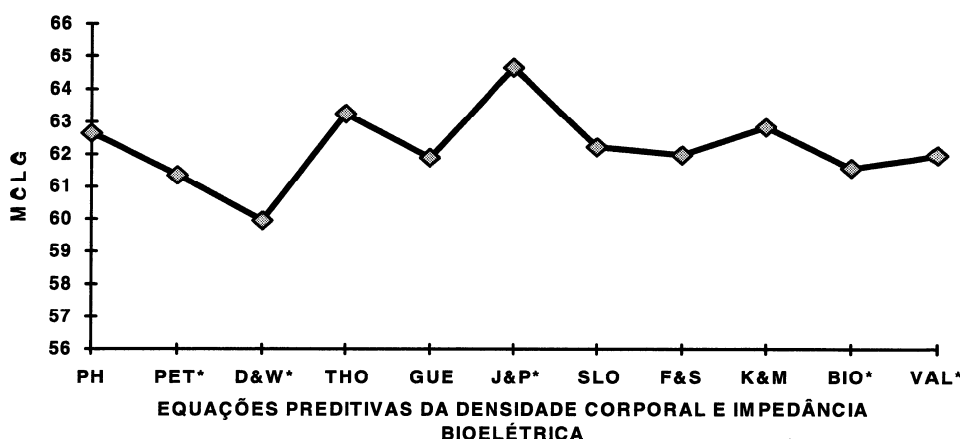
Deste modo, estas equações (de 2 a 4 dobras) devem ser evitadas, em amostras de militares similares à deste estudo, uma vez que os seus resultados podem apresentar erros sistemáticos na avaliação da composição corporal devido a especificidade da amostra.

GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DA GORDURA CORPORAL RELATIVA ABSOLUTA



* Médias do % G e MG obtidas através de equações preditivas e AIB que são significativamente diferentes da PH, ($p < ,01$).

GRÁFICO 3 - EVOLUÇÃO DA MASSA CORPORAL LIVRE DE GORDURA (MCLG) COMPARANDO PESAGEM HIDROSTÁTICA, EQUAÇÕES PREDITIVAS E IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA



* Médias da MCLG obtidas através de equações preditivas e AIB que são significativamente diferentes da MCLG da PH, ($p < 0,01$).

Por outro lado, as equações desenvolvidas para populações específicas, como universitários e jovens, SLO (67), K&M (73), GUE (85), e para atletas jovens F&S (73), THO (84), não apresentaram diferenças significativas na D, % G, MG e MCLG dos militares analisados, quando comparadas com os resultados do método referência, pesagem hidrostática. Assim sendo, parece que as características da amostra utilizada neste estudo, são similares às amostras utilizadas pelas equações desenvolvidas para universitários e atletas jovens.

Os coeficientes de correlação entre PH, AIB e equações preditivas mostraram que tanto o Valhalla modelo 1990B ($r = 0,79$), quanto o Biodynamics modelo 310, ($r = 0,83$) apresentaram elevados e significativos valores de correlação, superiores aos coeficientes de correlação das equações preditivas da densidade corporal que variaram de 0,59 (THO, 84) a 0,79 (SLO, 67), conforme TABELA 3. Um coeficiente de 0,83 para AIB e 0,93 para equações preditivas foi encontrado por Maughan (1993). Já Vansant, et al. (1994) relatam em seu estudo uma correlação de 0,84 entre PH, BIA e equações preditivas.

Em estudo anterior, Guimarães, Lopes, Souza & Pires Neto (1996) analisaram a aplicabilidade da impedância bioelétrica na composição corporal - utilizando a

densidade corporal via peso hidrostático como critério - nestes mesmos militares. Portanto, os achados aqui relatados em relação a estes equipamentos são coincidentes aos relatados por Guimarães et al. (1996). Os resultados da comparação da gordura corporal relativa (% G) entre PH e AIB mostraram que tanto o Valhalla modelo 1990B (10,59%), quanto o Biodynamics modelo 310, (11,43%) apresentaram resultados superiores ao da PH (9,89%). O analisador Biodynamics 310, apresentou diferença estatisticamente significativa, $p < 0,01$, superestimando o % G em 13,47% e subestimando a MCLG em 1,08 kg em relação a PH. Já o Valhalla modelo 1990B, apresentou diferença estatística somente na MCLG subestimando-a em 0,7 kg em relação ao método de referência. Sobre a diferença entre os instrumentos, Graves et al. (1989), realizaram avaliações em 144 adultos, com 3 diferentes instrumentos e encontraram diferenças de até 6,3% entre os aparelhos. Os resultados deste estudo também estão em concordância com os resultados do estudo de Lohman (1992) onde foram constatados erros teóricos, na estimativa da MCLG, de aproximadamente 1,8 kg entre AIB e o método de referência pesagem hidrostática. Katch (1985) apud Van Loan (1990), encontrou um coeficiente de correlação entre a percentagem de gordura por PH e BIA de 0,71 e verificou que a AIB superestimou a percentagem de gordura em 6,8%. Já Brodie & Eston (1992), concluíram que a AIB superestimou o % G em 21,6% em atletas e 8,6% em mulheres normais.

Com relação a diferença entre os dois aparelhos e o método de referência, Van Loan, 1990; Kushner, 1992; Heyward & Stolarczyk, 1996, citam que a acuracidade do método AIB pode ser afetado pelo tipo de instrumento utilizado, fatores pessoais (hidratação, alimentação, exercícios físicos, temperatura da pele), habilidade do técnico, fatores ambientais (temperatura ambiente), e a equação utilizada para estimar a MCLG. Segundo Graves et al. (1989), o tipo de aparelho utilizado é uma substancial fonte de erro e uma limitação do método AIB. Nas avaliações, o mesmo aparelho deve ser utilizado no pré e pós testes, minimizando ou mantendo os erros de medida constantes. Em geral o analisador Valhalla possui maior R do que o analisador RJL, para homens ($\cong 16 \Omega$) e ($\cong 19 \Omega$) para mulheres, correspondendo a uma sistemática diferenciação da MCLG em homens ($\cong 1,3$ kg) e mulheres ($\cong 1,0$ kg).

CONCLUSÕES

Em estudos sobre a composição corporal, a escolha da equação a ser utilizada deve ser realizada com muito cuidado. Uma equação pode ser válida para uma população e não ser para outra.

Parece que as equações específicas para universitários, adultos e atletas jovens, predizem com maior acuracidade a densidade corporal destes militares do que as equações generalizadas, que não foram boas preditoras da D e consequentemente do %G, MG e da MCLG. Entretanto, estas conclusões referem-se unicamente as equações utilizadas neste estudo, uma vez que os autores citados desenvolveram outras equações que não foram analisadas.

O tipo de aparelho utilizado é uma substancial fonte de erros e uma limitação do método AIB. O Biodynamics modelo 310, superestimou o % G e subestimou a MCLG em relação ao método de referência, enquanto que o Valhalla modelo 1990B não apresentou diferença estatística significativa na gordura corporal relativa, mas subestimou a MCLG. A impedância bioelétrica apresentou mais alto coeficiente de correlação com a PH do que o método antropométrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C. & ROCHE, A. F. Bioelectric impedance for body composition. **Exercise and Sport Science Reviews**, v.18, p.193-224, 1990.
- BAUMGARTNER, R. N. Electrical Impedance and Total Body Electrical Conductivity. In: ROCHE, A. F.; REYMSFIELD, S. B. & LOHMAN, T. G. (Eds.). **Human Body Composition**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1996.
- BEHNKE, A. R. & WILMORE, J. H. **Evaluation and Regulation of Body Build and Composition**. Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, NJ, 1974.
- BIODYNAMICS, MANUAL. **Monitor de Composição Corporal Modelo 310**, São Paulo: Traduzido pelo TBW - Newmed Imputadora LTDA, 1995.
- BRODIE, D. A. & ESTON, R. G. Body fat estimations by electrical impedance and infra-red interactance. **Journal of Sports Medicine**, , v.13, p.319-325, 1992.
- DEURENBERG, P.; WESTSTRATE, J. A. & HAUTVAST, J. Changes in fat-free mass during weight loss measured by bioelectrical impedance and by

- densitometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.49, p.33-36, 1989.
- DURNIN, J. V. G. A. & 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. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.77-97, 1974.
- DURNIN, J. V. G. A. & RAHAMAN, M. M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **British Journal of Nutrition**, v.21, p.681-689, 1967.
- FORSYTH, H. L. & SINNING, W. E. The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. **Medicine and Science in Sports**, v.5, n.3, p.174-180, 1973.
- GOLDMAN, H. I. & BECKLAKE, M. R. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. **American Rev. Respiratory Disease**, v.79, p.457-467, 1959.
- GRAVES, J. E.; POLLOCK, M. L.; COLVIN, A. B. et al. Comparison of different bioelectrical impedance analyzers in the prediction of body composition. **American Journal of Human Biology**, v.1, p.603-611, 1989.
- GUEDES, D. P. **Estudo da Gordura Corporal Através da Mensuração dos Valores de Densidade Corporal e da Espessura de Dobras Cutâneas em Universitários**. (Dissertação de Mestrado), UFSM, Santa Maria, RS, 1985.
- GUIMARÃES, F. J. S. P.; LOPES, A. S.; SOUZA, O. F. & PIRES NETO, C. S. Aplicação da impedância bioelétrica para o estudo da composição corporal. IN Anais XX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. São Paulo, SP. Outubro de 1996.
- HARRISON, G. G. et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In. T. G. LOHMAN, A. F. ROCHE & R. MARTORELL, (Eds.). **Anthropometric standardization reference manual**. Abridged Edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.
- HEYWARD, V. H. & STOLARCZYK, L. M. **Applied Body Composition Assessment**. Champaign, Illinois, Human Kinetics, 1996.
- JACKSON, A. S. & POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.497-504, 1978.
- JACKSON, A. S. & POLLOCK, M. L. Steps toward the development of generalized equations for predicting body composition of adults. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**, v.7, n.3, p.189-196, 1982.
- JACKSON, A. S. & POLLOCK, M. L. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. **Medicine and Science in Sport and Exercise**. v.9, n.4, p.197-201, 1977.

- KATCH, F. I.; McARDLE, W. D. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Human Biology**, v.45, n.3, p.445-454, 1973.
- KEYS, A. & BROZEK, J. Body fat in adult man. **Physiological Review**, v.33, n.3, p.245-325, 1953.
- KIRKENDALL, D. T.; GROGAN, J. W. & BOWERS, R. G. Field comparison of body composition techniques: hydrostatic weighing, skinfold thickness, and bioelectric impedance. **Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy**, v.13, n.5, p.235-239, 1991.
- KUSHNER, R. F. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. **Journal of American College Nutrition**, v.11, n.2, p.199-209, 1992.
- LOHMAN, T. G. **Advances in Body Composition Assessment: Current Issues in Exercise Science**. Monograph 3. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, 1992.
- LUKASKI, H. C.; BOLONCHUK, W. W.; HALL, C. B. & SIDERS, W. A. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **Journal of Applied Physiology**, v.60, n.4, p.1327-1332, 1986.
- LUKASKI, H. C. Estimation of muscle mass. In: ROCHE, A. F.; REYMSFIELD, S. B. & LOHMAN, T. G. (Eds.). **Human Body Composition**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1996.
- LUKASKI, H. C.; JOHNSON, P. E.; BOLONCHUK, W. W. & LYKKEN, G. I. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.41, p.810-817, 1985.
- LUKASKI, H. C. Methods of the assessment of human body composition: traditional and new. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.46, p.537-556, 1987.
- MALINA, R. M. Bioelectric methods for estimating body composition: an overview and discussion. **Human Biology**, v.59, n.2, p.329-335, 1987.
- MAUGHAN, R. J. An evaluation of a bioelectrical impedance analyzer for the estimation of body fat content. **British Journal of Sports Medicine**, v.27, n.1, p.63-66, 1993.
- MENDEZ, J. & LUKASKI, H. C. Variability in body density in ambulatory subjects measured at different days. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, p.78-81, 1981.
- PETROSKI, E. L. & PIRES NETO, C. S. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. **Kinesis**, v.10, p.49-62, 1992.

- PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e Validação de Equações Generalizadas para a Estimativa da Densidade Corporal em Adultos**. Tese de Doutorado. UFSM, 1995.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid space and density. In: J. BROZEK & HANSCHER, A. (Eds.), **Techniques for Measuring Body Composition** Washington, D. C National Academy of Science, National Research Council, 1961. p.223-224.
- SLOAN, A. W. Estimation of body fat in young men. **Journal of Applied Physiology**, v.23, n.3, p.311-315, 1967.
- THORLAND, W. G. et al. Estimation of body density in adolescent athletes. **Human Biology**, v.56, n.3, p.439-448, 1984.
- VALHALLA, MANUAL. **Valhalla 1990B Bio-Resistance Body Composition Analyzer Operation Manual**, , San Diego, CA, Valhalla Scientific.
- Van LOAN, M. D. Bioelectrical impedance analysis to determine fat-free mass, total body water and body fat. **Sports Medicine**, v.10, n.4, p.205-217, 1990.
- VANSANT, G.; van GAAL, L. & de LEEUW, I. Assessment of body composition by skinfold anthropometry and bioelectrical impedance technique: a comparative study. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.18, n.5, p.427-429, 1994.