

Desenvolvimento e validação de equações estimativas da densidade corporal de soldados e cabos do exército brasileiro entre 18 e 22 anos de idade

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF BODY DENSITY EQUATIONS FOR SOLDIERS OF THE BRAZILIAN ARMY AGED 18-22 YEARS OLD

CIRO ROMÉLIO RODRIGUEZ-AÑEZ

Curso de Educação Física - PUC-PR

CÂNDIDO S. PIRES NETO

Curso de Educação Física - UTP-PR

RESUMO

Este estudo objetivou o desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da densidade corporal de soldados e cabos do Exército Brasileiro, com idades entre 18 e 22 anos. 64 soldados e cabos (\bar{x} idade = $19,4 \pm 0,9$ anos) participaram da amostra para montagem das equações e para a validação usou-se outros 17 praças (\bar{x} idade = $18,6 \pm 0,7$ anos). Mensurou-se 13 dobras cutâneas (DC) e 9 perímetros, além da massa corporal, estatura e o peso hidrostático. Para o desenvolvimento das equações usou-se a regressão múltipla Stepwise. Para a validação determinou-se a média e desvio padrão, correlação de Pearson, teste t pareado, erro constante, erro total (ET) e erro padrão de estimativa (EPE). Foram propostas 8 equações específicas para a predição da densidade corporal. As correlações múltiplas (R) variaram de 0,865 a 0,898 e o EPE de 0,0039 à 0,0045 g/ml. As R entre a densidade mensurada (Dm) e a densidade estimada (De) pelas equações desenvolvidas ficaram entre 0,834 e 0,867, os ET entre 0,0054 e 0,0057 g/ml e EPE ficaram entre 0,0049 e 0,0055 g/ml. Concluindo, as equações desenvolvidas são válidas para a estimativa da D de soldados e cabos do Exército Brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE:

Militares, Composição corporal, Peso hidrostático, Equações de regressão

ABSTRACT

This study aimed to develop and validate equations for the assessment of body density (D) of soldiers and corporals of the Brazilian Army, aged 18 - 22 yo. For such, 64 soldiers were used for the development of regression equation (\bar{x} age = 18.6 ± 0.9 yo) and 17 for the validation process (\bar{x} age = 18.4 ± 0.06 yo). Variables were 13 skinfolds and 9 girths, weight and height and underwater weighing. Statistics consisted of mean, standard deviation, Pearson's correlation, Student's dependent t-test, constant error, total error (TE) and the standard error of estimate (SEE). Eight specific multiple regression equations were developed by means of a stepwise procedure to predict D.. Correlation ranged between 0.860 and 0.898 with a SEE of 0.0039 to 0.0045 g/ml. The multiple correlation (R) between the measured density (Dm) and the estimated density (De) ranged between 0.834 and 0.867, TE between 0.0055 and 0.0058 g/ml and the SEE between 0.0049 and 0.0055 g/ml. In conclusion, the equations developed are valid to estimate D of soldiers and corporals of the Brazilian Army.

KEYWORDS:

Militarymen, Body composition, Hydrostatic weighing, Regression equations.

Introdução

Sempre foi um desejo do homem o conhecimento dos elementos que constituem o seu organismo em qualidade e quantidade. Os motivos que induzem o homem a este procura podem ser variados como, por exemplo, por razões estéticas ou de aparência externa do corpo, por interesse na promoção e manutenção da saúde, ou pode ter um fim muito mais utilitarista como a influência no trabalho, na prática dos desportos e no treinamento de militares e atletas.

O Exército Brasileiro procurando regulamentar a avaliação e o treinamento físico de seus soldados publicou em 1943 o "Regulamento de Educação Física" que consistia numa tradução do regulamento francês de educação física, na tentativa de elaborar um guia orientador da Educação Física. Pelas dificuldades na aplicação de um regulamento importado a uma realidade diferente, a Escola de Educação Física do Exército procurou, na medida do possível e através das experiências realizadas, adaptar o método francês à realidade nacional. Uma das últimas atualizações deste manual é o Manual de Treinamento Físico Militar ou C20-20 de 1981. O manual aponta à composição corporal dos praças como um dos componentes da condição física total e define a composição corporal como sendo a relação de massa corporal magra e massa de gordura, indica ainda, que o percentual de gordura não deverá comprometer o desempenho físico do militar. O manual indica a medição de dobras cutâneas como um dos itens do exame médico, porém não especifica quais, nem o tipo de tratamento a ser realizado com estes dados.

Em 1981 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos instruiu as Forças Armadas a desenvolver e fornecer padrões de gordura corporal e equações para a estimativa do percentual de gordura para ambos os sexos. Consequentemente, a Força Aérea dos Estados Unidos, o Exército, os Fuzileiros Navais e Marinha estabeleceram limites para a gordura corporal aceitável. Foram desenvolvidas equações a partir de variáveis antropométricas principalmente de perímetros utilizando a pesagem submersa como método de referência. As equações de predição são utilizadas como ferramentas de diagnóstico para avaliar se o pessoal militar está de acordo com os padrões de gordura. As quatro Forças Armadas, estabelecem o envolvimento do militar num pro-

grama de controle de peso sempre que excedem os padrões de gordura e deve continuar até atingir os níveis aceitáveis de gordura e/ou perda de peso (GASTON et al., 1995). O programa de controle de peso consiste em dieta e/ou aconselhamento de exercícios. Ainda, conforme o mesmo autor, o não cumprimento dos padrões de gordura corporal pode resultar em desligamento do serviço ativo ou reforma, sem considerar a patente, treinamento ou tempo de serviço. Segundo COHEN (1986), o percentual de gordura médio dos Fuzileiros Navais Americanos com idades entre 18 e 53 anos é de 16,5%, do soldado ao general, e o valor máximo aceito pela corporação independente do posto é 18% de gordura corporal. Em um estudo realizado por VELHO (1994), em soldados e cabos da polícia militar do Estado de Santa Catarina com idade correspondente as dos soldados e cabos do exército, encontrou um percentual de gordura médio de $15,9 \pm 4,1\%$.

Durante os últimos anos, observam-se os esforços de alguns pesquisadores brasileiros no sentido de desenvolver equações específicas ou generalizadas para a estimativa da densidade corporal (D) e massa corporal magra (MCM), bem como em validá-las (CARVALHO & PIRES NETO, 1998a, 1998b; CARVALHO, 1997; Guedes, 1985; PIRES NETO & RODRIGUEZ-AÑEZ, 1998; PETROSKI, 1995; RODRIGUEZ-AÑEZ, 1997). Essas equações fornecem estimativas da MCM ou da D de sujeitos que representam, respectivamente, um grupo específico de universitários com idades entre 18 e 30 anos como nos estudos de CARVALHO & PIRES NETO (1998a, 1998b) ou pela abordagem generalizada conforme a proposição de PETROSKI (1995) para homens entre 18 e 66 anos e mulheres entre 18 e 51 anos de idade.

Entretanto, ainda se faz necessário o desenvolvimento de equações específicas que contemplem diferentes grupos populacionais. Estes podem ser representados por sujeitos que possuam uma especificidade de atividade, como atletas de um determinada modalidade e categoria de esporte ou de atletismo, universitários, motoristas, pilotos, trabalhadores na construção e de inúmeras outras atividades. Outras variáveis como a idade, sexo, raça ou etnia e nível de obesidade também devem ser consideradas. Portanto, a necessidade do desenvolvimento e validação de equações para grupos populacionais específicos,

como soldados e praças, é premente.

Por outro lado, quanto mais específica for a equação, menor será o erro constante (EC) e o erro padrão de estimativa (EPE) e, portanto, mais confiável será seu resultado. Essa confiabilidade será maior desde que a mesma seja aplicada e validade em outros grupos formados por sujeitos que situem-se entre os valores mínimos e máximos de cada variável analisada referente ao grupo que originou a equação. Dessa maneira, a validação de equações possibilita que estas sejam utilizadas em outros sujeitos que enquadrem-se nos valores antropométricos (massa e estatura, dobras cutâneas e perímetros), dos indicadores da composição corporal (MG e MCM), idade e sexo.

O objetivo deste estudo foi desenvolver e validar equações para a predição da densidade corporal de soldados e cabos do Exército Brasileiro, entre 18 e 22 anos de idade.

Material e Métodos

Os dados antropométricos foram coletados de 81 soldados e cabos do Exército Brasileiro com idades entre 18 e 22 anos, oriundos da 8ª Região de Circunscrição Militar, que cumpriam o serviço militar no Regimento Mallet, na cidade de Santa Maria, RS. Estes, por sua vez, foram divididos em dois grupos: um para o desenvolvimento das equações específicas de regressão e o outro para a validação destas equações. As coletas de dados foram realizadas no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria.

A amostra de regressão foi constituída por 64 soldados e cabos e os valores das dobras cutâneas e dos perímetros corporais foram utilizados para o desenvolvimento das equações preditivas da densidade corporal. A amostra de validação foi constituída por outros 17 soldados e cabos (TABELAS 1 e 2). Todos os sujeitos que participaram do estudo foram voluntários, declararam não sofrer de doenças respiratórias e circulatórias e que estavam gozando de boa saúde. A voluntariedade de participação dos praças é um fator limitante deste estudo. Todos os sujeitos foram mensurados usando calção apropriado para a prática de natação. As mensurações foram feitas em dois momentos: primeiro a antropometria seguida pela pesagem hidrostática.

Para este estudo foram determinados, idade (ID) método decimal (ROSS et al., 1976), os valores de massa corporal (MC, kg), estatura (EST, cm), dobras cutâneas (DC, mm) e perímetros (P, cm). Para a MC utilizou-se uma balança ARJA, com capacidade para 150 kg com divisão de 100 g. A EST foi registrada em 0,1 cm, através de uma fita de fibra da marca Butterfly, estando o praça em apnéia voluntária após inspiração profunda.

Foi utilizado um plicômetro LANGE, com escala de 1 mm e pressão constante em todas as aberturas de 10 g/mm², conforme o fabricante Cambridge Scientific Industries, Inc. Cambridge, Maryland, USA. As medidas foram realizadas no lado direito dos sujeitos e repetidas três vezes não sucessivas em cada local. Utilizou-se a média como valor da medida ou dois valores coincidentes.

Mensurou-se 13 DC, sendo que em 11 DC (subescapular, SE; tríceps, TR; bíceps, BI; peito, PT; axilar vertical, AXV; abdômen horizontal, ABDH; supra-ílica oblíqua, SIO; supraespinhal, SES; coxa, CXS e panturrilha medial, PAM) seguiu-se os procedimentos descritos em HARRISON et al., (1991). Optou-se também por mensurar a DC axilar na posição oblíqua (AXO) e a DC do abdômen na posição vertical (ABDV) seguindo o procedimento descrito em PETROSKI (1995).

A mensuração dos nove perímetros seguiu os procedimentos descritos em CALLAWAY et al., (1991). Foi utilizada uma fita métrica de fibra marca Butterfly, com precisão de 0,1 cm. O mensurador deve exercer uma pressão firme com a fita sobre os segmentos corporais, mas não deve comprimir os tecidos moles. As medidas foram repetidas três vezes em cada local e, considerou-se a média como valor da medida ou dois valores coincidentes.

O peso hidrostático (PH) foi realizado em uma piscina semi-olímpica, em uma caixa vazada pintada de branco, com as dimensões de 130 x 130 cm, e com 140 cm de altura, construída em madeira com 2,5 cm de espessura.

O PH foi mensurado através de uma balança Filizola, com capacidade para 6 kg, e divisões de 5 g, que foi fixada sobre uma prancha com 30 cm de largura e 5 cm de espessura, suspensa a 190 cm de altura do fundo da piscina e apoiada por dois suportes fixos na parte central dos dois lados opostos da caixa.

O prato da balança foi retirado e neste local foi adaptada uma haste em alumínio com 50 cm

de comprimento e cinco de largura, em cujas extremidades fixou-se uma corrente de alumínio, utilizada em jardinagem, para a sustentação do trapézio onde apoiou-se cada sujeito no momento da pesagem submersa. O trapézio foi

construído em PVC rígido de 40 mm, com comprimento de 80 cm.

Um cinto de mergulhador com 1,8 kg foi colocado na cintura de cada avaliado para garantir a estabilidade durante as pesagens. Através do

TABELA 1: Valores descritivos das variáveis básicas das amostras de regressão e validação.

Variáveis	Regressão n = 64			Validação n = 17		
	Média	s*	Variação	Média	s	Variação
Idade (anos)	19,49	0,94	18,56 - 22,04	18,68	0,06	18,54 - 18,77
Peso (kg)	65,50	7,82	51,4 - 88,6	66,34	7,71	51,4 - 83,0
Estatura (cm)	172,28	7,17	157,0 - 187,5	169,12	7,72	157,0 - 187,0
Densidade, g/ml	1,0693	0,009	1,0871 - 1,0494	1,0652	0,010	1,0854 - 1,0494
% G	12,97	4,08	5,36 - 21,69	14,73	4,44	6,42 - 21,69
MG (kg)	9,00	3,33	3,27 - 17,40	9,92	3,59	3,30 - 16,97
MCM (kg)	59,49	6,22	48,10 - 74,55	56,41	5,79	48,10 - 66,03

* s = desvio padrão

TABELA 2: Valores descritivos das dobras cutâneas e perímetros das amostras de regressão e de validação.

Variáveis	Regressão n = 64			Validação n = 17		
	Média	s*	Variação	Média	s	Variação
Dobras Cutâneas (DC, mm)						
Subescapular (SE)	11,77	3,22	5,50 - 19,50	12,52	3,38	7,50 - 19,50
Tríceps (TR)	11,34	3,12	5,00 - 19,00	11,97	3,03	6,50 - 20,00
Bíceps (BI)	4,97	1,54	2,00 - 9,50	5,48	1,71	3,00 - 8,50
Axilar média oblíqua (AXO)	9,51	3,47	5,00 - 17,00	9,84	3,72	5,00 - 17,00
Axilar média vertical (AXV)	9,28	3,14	4,50 - 16,50	9,93	3,34	5,50 - 17,50
Peito (PT)	7,75	3,22	3,50 - 17,50	9,36	3,32	4,00 - 17,00
Abdômen Vertical (ABDV)	15,86	6,06	6,00 - 29,00	18,00	3,37	9,00 - 28,33
Abdômen Horizontal (ABDH)	18,37	6,72	6,50 - 30,00	20,15	6,31	10,0 - 27,50
Supra-iliaca Vertical (SIV)	15,00	5,26	6,50 - 29,00	15,29	4,08	8,50 - 21,50
Supra-iliaca Oblíqua (SIO)	14,70	5,53	5,00 - 29,00	15,67	5,59	6,50 - 26,60
Supra-espinhal (SES)	8,48	3,35	4,00 - 20,50	9,39	3,17	5,00 - 14,16
Coxa (CXS)	15,18	3,66	7,00 - 26,00	15,91	3,45	8,50 - 22,00
Panturrilha medial (PAM)	9,62	3,07	4,00 - 22,00	10,74	3,89	5,00 - 19,00
Perímetros (P, cm)						
Pescoço (PPES)	36,84	1,69	33,5 - 42,4	36,05	1,56	33,5 - 38,9
Antebraço (PAbr)	27,73	1,33	25,0 - 31,0	27,21	1,39	25,0 - 29,5
Braço relaxado (PBrel)	27,95	2,14	23,6 - 33,0	27,15	2,45	23,6 - 33,0
Braço contraído (PBcon)	31,50	2,64	23,5 - 36,8	31,27	2,52	27,9 - 36,8
Tórax (PTX)	93,27	4,80	82,1 - 103,4	91,39	4,69	82,1 - 100,5
Abdômen (PABD)	78,60	4,56	69,5 - 93,7	78,55	4,51	69,5 - 89,0
Glúteo (PGL)	93,53	4,80	80,5 - 103,6	93,15	4,15	85,2 - 102,0
Coxa superior (PCXS)	55,25	3,41	47,5 - 63,6	54,71	3,67	47,8 - 59,5
Panturrilha (PPAN)	36,61	2,71	24,8 - 41,6	36,36	2,57	32,0 - 41,0

* s = desvio padrão

regulador de carga da balança, a mesma foi zerada após todo os equipamentos serem colocados na mesma, incluindo-se o cinto de mergulhador que depois era retirado e utilizado pelo avaliado.

O peso submerso (PS) foi avaliado conforme a descrição de PETROSKI & PIRES NETO (1992), onde o mesmo posiciona-se na posição grupada ou "medusa" que é uma posição utilizada, na natação, como educativo para a adaptação ao meio líquido.

Antes de cada pesagem foi permitida a adaptação ao equipamento e à prática da expiração submersa. O registro de cada pesagem foi realizado após o máximo esforço expiratório, estando o sujeito totalmente submerso. A respiração foi mantida bloqueada por cerca de 5 - 10 segundos, para a estabilização do ponteiro indicador da balança e realização da leitura. Após cada tentativa permitiu-se o re-estabelecimento da respiração para evitar-se a hiperventilação e a conseqüente alteração da frequência cardíaca. Cada procedimento repetiu-se entre 7 a 10 vezes.

Os movimentos na escala durante a pesagem foram controlados pelos avaliadores, o que permitiu efetuar leituras com precisão de até 25 gramas. Todos os praças foram estimulados a expirarem o máximo no momento da mensuração. A média das últimas três leituras foi usada como valor da pesagem hidrostática (KATCH, MICHAEL & HORVATH, 1967; KATCH, 1968). Quando os valores das três últimas pesagens divergiam em mais de 50 g, tentativas adicionais foram realizadas. A temperatura da água foi anotada, após a última pesagem de cada sujeito e convertida em densidade da água, conforme apresentado em SINNING (1975).

A técnica de pesagem seguiu os procedimentos descritos por KATCH et al., (1967) e as recomendações de HEYWARD (1991). Os sujeitos foram convidados a esvaziarem a bexiga e a defecarem antes da realização das mensurações. Todas as mensurações foram realizadas estando os sujeitos usando calção de banho.

Embora os sujeitos tenham sido orientados a não se alimentarem, em pelo mínimo duas horas antes das pesagens, o cumprimento desta orientação não pode ser controlada pelos avaliadores.

Partindo da fórmula convencional peso/volume, a densidade corporal (D) foi determinada através da equação sugerida em Behnke & Wilmore (1974):

$$D(\text{g/ml}) = MC / [(MC - PS) / Da] - (VR + 0,1)$$

Onde: D = densidade corporal, g/ml; MC = massa corporal, kg; PS = peso submerso na água, kg; Da = densidade da água; VR = volume residual, litros e, 0,1 = constante para o gás retido no trato gastrointestinal.

O volume residual (VR) foi determinado conforme a equação proposta por Goldman & Becklake (1959) onde, $VR = 0,017 * (\text{idade, anos}) + 0,027 * (\text{estatura, cm}) - 3,477$. O procedimento adotado para a obtenção do volume residual pulmonar é um fator limitante deste estudo.

O % de G foi determinado através da equação proposta por Siri (1961): $\% G = (495 / D) - 450$.

A massa de gordura (MG, kg) foi obtida multiplicando-se a massa corporal pela fração do percentual de gordura, $MG = MC * (\% G / 100)$.

A MCM foi estimada subtraindo-se a MG da MC: $MCM = MC - MG$.

Os dados foram analisados através da estatística descritiva para estabelecer os perfis tanto do grupo para a montagem das equações de regressão quanto do grupo de validação das equações. Utilizou-se a correlação de Person para determinar a relação entre a densidade corporal critério (D), determinada através do peso hidrostático e os valores da massa corporal, estatura, dobras cutâneas e perímetros corporais. Após, o programa estatístico efetuou as combinações de dobras cutâneas e de perímetros para determinar-se quantos e quais forneceriam os melhores indicadores da correlação múltipla, R, coeficiente de determinação, R², erro padrão de estimativa, EPE, e erro técnico, ET.

A análise de regressão múltipla stepwise forward-backward foi utilizada para desenvolver as equações para a estimativa da D conforme sugere Pedhazur (1983). A variável critério foi a D determinada via peso hidrostático. As variáveis preditoras foram as combinações das dobras cutâneas e perímetros que obtiveram as mais elevadas e significativas correlações.

A validação das equações desenvolvidas foi realizada através da utilização de uma amostra de 16 praças escolhidos aleatoriamente (amostra de validação) e que não participaram do grupo para o desenvolvimento das equações de regressão.

As análises de validação foram realizadas através da determinação da correlação múltipla (R), teste t pareado, erro constante (EC), erro to-

tal (ET) e erro padrão de estimativa (EPE), conforme as sugestões de Lohman (1992).

As análises dos dados foram realizadas no SPSS/PC+ em um computador do tipo IBM-PC.

Resultados e Discussão

Nas **TABELAS 1 e 2** encontram-se os valores descritivos das amostras de regressão e validação. O grupo de validação, por ter sido composto por praças mais jovens, apresentou uma idade média um pouco menor que a do grupo de regressão. Todavia, tal fato não influenciou de maneira significativa a validação das propostas equações (**TABELA 4**) bem como a estimação do percentual de gordura corporal (**TABELA 5**).

Na **TABELA 3** encontram-se as 9 equações de regressão propostas para a estimativa da densidade corporal dos soldados e cabos. Encontram-se relatados para cada equação o coeficiente de correlação múltipla (R), o coeficiente

de determinação (R^2) e o erro padrão da estimativa (EPE). Os modelos de regressão foram montados e estão expostos pela combinação de dobras cutâneas que os constituem e perímetros corporais. Assim, desenvolveu-se equações com uma dobra cutânea, e com o somatório de duas, três, quatro, cinco, seis, sete, oito e nove dobras cutâneas, o somatório destas elevado ao quadrado (modelo quadrático) e ainda os perímetros.

A análise de correlação múltipla dos modelos indicou que estas correlações foram muito próximas, ficando entre 0,862 para a equação D9 e 0,898 para a equação D7. Os EPE encontrados oscilaram entre 0,0046 para a equação D9 e 0,0039 g/ml para as equações D5, D6, D7 e D8. Conforme as recomendações de LOHMAN (1992), buscou-se o desenvolvimento de equações com acuracidade da $R^2 > 0,80$ e $EPE < 0,0068$ e, como é possível observar-se estas recomendações foram plenamente atingidas pois a menor correlação múltipla encontrada foi de 0,862 e o mais elevado EPE foi de 0,0046 g/ml. O menor EPE encontrado foi para as equações D5 à D8.

TABELA 3: Equações específicas para a estimativa da densidade corporal de 64 praças.

Equação	R	R^2	EPE
D1 = 1,12227 - 0,00249263*(X2) + 0,00004989252*(X2) ² + 0,001926203*(PPES) - 0,0008869007*(PABD) - 0,000523489*(PCXS)	0,868	0,749	0,0045
D2 = 1,12432 - 0,00170410*(X3) + 0,00002110497*(X3) ² + 0,001996741*(PPES) - 0,000928645*(PABD) - 0,000466887*(PCXS)	0,874	0,765	0,0043
D3 = 1,14293 - 0,000175058*(X6) + 0,00001569687*(X6) ² + 0,002012604*(PPES) - 0,00101592*(PABD) - 0,000426929*(PCXS)	0,889	0,790	0,0041
D4 = 1,14981 - 0,00159294*(X7) + 0,00001168942*(X7) ² + 0,002025870*(PPES) - 0,00104841*(PABD) - 0,000414721*(PCXS)	0,892	0,797	0,0040
D5 = 1,15101 - 0,00144732*(X10) + 0,000009398513*(X10) ² + 0,002136568*(PPES) - 0,00106070*(PABD) - 0,000470059*(PCXS)	0,897	0,805	0,0039
D6 = 1,14673 - 0,00124366*(X11) + 0,000006973939*(X11) ² + 0,002167078*(PPES) - 0,001103163*(PABD) - 0,000461764*(PCXS)	0,896	0,804	0,0039
D7 = 1,14908 - 0,00117048*(X14) + 0,000005841855*(X14) ² + 0,002204425*(PPES) - 0,00102242*(PABD) - 0,000485424*(PCXS)	0,898	0,806	0,0039
D8 = 1,15141 - 0,00112681*(X16) + 0,000005325475*(X16) ² - 0,002183359*(PPES) - 0,00103708*(PABD) - 0,000474348*(PCXS)	0,896	0,804	0,0039
D9 = 1,15592 - 0,001105988*(X17) + 0,000004468730*(X17) ² + 0,002170514*(PPES) - 0,00105844*(PABD) - 0,000458337*(PCXS)	0,862	0,796	0,0046

Onde, X2 = DC ABDH; X3 = \sum DC ABDV + SIO; X6 = \sum DC ABDV + SIO + CXS;

X7 = \sum DC ABDV + SIO + CXS + TR;

X10 = \sum DC ABDV + SIO + CXS + TR + PT;

X14 = \sum DC ABDV + SIO + CXS + TR + AXO + PT + PAM;

X16 = \sum DC ABDV + SIO + CXS + TR + AXO + PT + PAM + BI;

X17 = \sum DC ABDV + SIO + CXS + TR + AXO + PT + PAM + SE + BI;

PPES = Perímetro do pescoço (cm);

PABD = Perímetro do abdômen (cm). Mensurado horizontalmente, 2,5 cm acima da cicatriz umbelical;

PCXS = Perímetro da coxa superior (cm). Mensurado horizontalmente e logo abaixo da prega glútea.

TABELA 4: Validação das equações propostas para a estimativa da densidade corporal de praças.

Equação	Média	Desvio	R*	t**	EC	ET	EPE
DM	1,0652	0,010					
Uma dobra							
D1	1,0667	0,007	0,867	- 1,14	- 0,0015	0,0054	0,0049
Duas dobras							
D2	1,0668	0,007	0,850	- 1,18	- 0,0016	0,0055	0,0052
Três dobras							
D3	1,0668	0,008	0,850	- 1,23	- 0,0016	0,0055	0,0052
Quatro dobras							
D4	1,0668	0,008	0,838	- 0,17	- 0,0016	0,0054	0,0054
Cinco dobras							
D5	1,0666	0,008	0,836	- 1,01	- 0,0014	0,0056	0,0054
Seis dobras							
D6	1,0666	0,008	0,841	- 1,05	- 0,0014	0,0055	0,0054
Sete dobras							
D7	1,0669	0,008	0,834	- 1,20	- 0,0016	0,0057	0,0055
Oito dobras							
D8	1,0669	0,008	0,838	- 1,23	- 0,0017	0,0056	0,0054
Nove dobras							
D9	1,0669	0,008	0,840	- 1,24	- 0,0017	0,0056	0,0054

* $p < 0,0001$; ** $p > 0,05$ **TABELA 5:** Comparação dos valores do % de gordura do grupo de validação.

Equação	Média	Desvio padrão	r*	t**	EC
%G	14,73	4,444			
Uma dobra					
D1	14,06	3,024	0,867	1,18	0,5751
Duas dobras					
D2	14,02	3,208	0,850	1,21	0,7072
Três dobras					
D3	14,01	3,397	0,850	1,26	0,7250
Quatro dobras					
D4	14,02	3,442	0,838	1,20	0,7097
Cinco dobras					
D5	14,11	3,404	0,836	1,04	0,6183
Seis dobras					
D6	14,10	3,419	0,841	1,08	0,6341
Sete dobras					
D7	14,00	3,502	0,834	1,23	0,7316
Oito dobras					
D8	13,99	3,447	0,838	1,26	0,7453
Nove dobras					
D9	13,98	3,394	0,840	1,28	0,7518

* $p < 0,0001$; ** $p > 0,05$

As correlações múltiplas encontradas no desenvolvimento deste estudo são maiores do que as relatadas por PASCALE et al., (1956) em soldados ($R = 0,840$), bem como, o EPE de $0,0066$ g/ml relatado pelo mesmo autor é maior que os EPE encontrados no atual estudo. Ao analisarem a densidade corporal e a gordura corporal relativa de 50 praças via a PH, PIRES NETO & RODRIGUEZ-AÑEZ (1998), encontraram uma correlação múltipla de $0,849$, $R^2 = 0,720$ e um erro padrão de estimativa de $0,00498$ e uma densidade corporal média de $1,0682 \pm 0,0089$ g/ml que refletiu-se em uma gordura relativa de $13,43 \pm 4,0$ %.

Um outro momento deste estudo constituiu-se da validação das equações desenvolvidas para a estimativa da densidade corporal, aplicando-as em uma amostra independente, oriunda da mesma população e constituída por praças que não participaram da coleta de dados para a montagem das equações de regressão. Os resultados da validação estão na TABELA 4. A densidade mensurada pela pesagem hidrostática foi de $1,0652 \pm 0,010$ g/ml e os valores estimados pelos modelos variaram de $1,0669$ à $1,0666$ g/ml. Os valores ficaram muito próximos e um pouco acima da densidade corporal mensurada o que provocou uma subestimação, todavia não significativa, da quantidade da gordura corporal quando esta densidade foi convertida em percentual de gordura.

O valores das correlações múltiplas, além de elevados, foram todos significativos, ($p < 0,0001$) sendo a menor $R = 0,834$ para a equação D7 e a maior $R = 0,867$ para a equação D1 (TABELA 4).

Observou-se uma grande semelhança entre os valores do EC ($D_m - D_e$) onde a menor diferença absoluta foi de $-0,0014$ g/ml para as equações D5 e D6 e a maior diferença absoluta foi de $-0,0017$ g/ml para as equação D8 e D9, respectivamente (TABELA 4). Os desvios padrões das densidades estimadas são muito semelhantes porém menores do que os da densidade mensurada o que sugere a eficiente cobertura da amplitude da distribuição das características do grupo, estando os resultados obtidos muito próximos aos da pesagem hidrostática. Conforme a TABELA 4, os baixos valores do ET, que reflete a verdadeira diferença entre a densidade mensurada e a densidade predita, e do EPE, que reflete os erros associados com a regressão e as variáveis, indicam que as equações específicas propostas neste estudo, estimam acuradamente a densidade corporal desta amostra de soldados e cabos.

As diferenças entre o valor mensurado e o valor predito, não foram significativas através do teste t para medidas correlatas ($p > 0,05$), conforme a TABELA 5, embora todas as equações subestimem o percentual de gordura. Ainda na TABELA 5, pode-se observar que as equações que melhor se identificam com gordura corporal, devido aos menores EC, foram as equações D1 e D5 que utilizam, respectivamente, apenas uma dobra cutânea e três perímetros e o somatório de cinco dobras cutâneas e três perímetros.

O mesmo processo de validação foi realizado com os valores do percentual de gordura calculados após a densidade corporal ter sido obtida através da pesagem hidrostática, e o percentual de gordura obtido através das propostas equações estimativas da densidade corporal. Os resultados podem ser observados na TABELA 5. O maior erro constante, EC, foi de $0,75\%$ para a equação D9 e o menor EC encontrado foi de $0,57\%$ para a equação D1, o que indica que os erros na predição do percentual de gordura avaliado via densidade corporal real (peso hidrostático) e pela densidade estimada chegam ao máximo de $0,75\%$ da gordura corporal relativa destes praças.

Dentre as equações validadas duas podem ser apontadas como preferenciais (TABELA 4) muito embora todas tenham sido validadas para o presente grupo de praças. Estas equações são a D5, que apresenta uma correlação múltipla de $0,836$, erro constante de $-0,0014$ g/ml, erro total de $0,0056$ g/ml e erro padrão da estimativa de $0,0054$ g/ml, e a D1, que apresenta uma correlação múltipla de $0,867$ g/ml erro constante de $-0,0015$ g/ml, erro total de $0,0054$ g/ml e erro padrão da estimativa de $0,0049$ g/ml. Justificamos a opção por estas duas equações pelas seguintes razões: a equação D5 por apresentar baixo erro constante associado aos requisitos e a equação D1 por apresentar a mais elevada correlação múltipla e utilizar apenas uma dobra cutânea e três perímetros.

Conclusões

Dentro das limitações inerentes à este estudo, podemos concluir que as propostas equações específicas foram válidas para estimar a densidade corporal de soldados e cabos do Exército Brasileiro que enquadrem-se, em valores antropométricos, entre os valores mínimos e máximos das variáveis dos grupos que geraram e validaram as respectivas equações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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,; MARTIN, A.D.; MITCHELL, C.D.; MUELLER, W.H.; ROCHE, A.F. & SEEFELDT, V.D. - Circumferences. In. T.G. LOHMAN,; A.F. ROCHE & R. MARTORELL, (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual.** Abridged Edition. Champaign: Human Kinetics Books. p.39-54, 1991.
- CARVALHO, A. B.R. **Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários.** Brasil. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1998.
- CARVALHO, A. B. R. & PIRES NETO, C. S. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em mulheres. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.3, n. 1, p. 14-21, 1998a.
- CARVALHO, A. B. R. & PIRES NETO, C. S. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.3, n. 2, p. 5-12, 1998b.
- COHEN, M. **O programa 3X de preparo físico do corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos.** Rio de Janeiro, 1986.
- GASTON, P. B. Military fat standard and equations applied to middle-aged women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n 7, p.1079-1085, 1995.
- GOLDMAN, H.I. & BECKLAKE, M.R. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. **American Review of Respiratory Disease.** v. 79, p.457-467, 1959.
- GUEDES, D.P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas e universitários.** Brasil. Dissertação de Mestrado, Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1985.
- HARRISON, G.G.; BUSKIRK, E.R.; CARTER, J.E.L.; JOHNSTON, F.E.; LOHMAN, T.G.; POLLOCK, M.L.; ROCHE, A.F. & WILMORE, J.H. Skinfold thicknesses and measurement technique. In. T.G. LOHMAN, A.F. ROCHE & R. MARTORELL, (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual.** Abridged Edition. Champaign: Human Kinetics Books. p. 55-70, 1991.
- HEYWARD, V.H. **Advanced fitness assessment and exercise prescription.** Champaign: Human Kinetics Books. 1991.
- KATCH, F. I. Apparent body density and variability during underwater weighing. **Research Quarterly**, v. 39, n.4, p. 993-999, 1968.
- KATCH, F.I; MICHAEL Jr, E..D. & HORVATH, S.M. Estimation of body volume by underwater weighing description of a simple method. **J. of Applied Physiology**, v. 23, n5, p. 811-813, 1967
- LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment.** Champaign: Human Kinetics Pub., 1992.
- MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, BRASIL. **C 20-20, Manual de campanha, treinamento físico militar.** Estado Maior do Exército, Rio de Janeiro, 1981.
- PASCALE, L.R.; GROSSMAN, M.I.; SLOANE, H.S. & FRANKEL, T. Correlation between thickness of skinfolds and body density in 88 soldiers. **Human Biology**, v. 28, p.165-176, 1956.
- PEDHAZUR, E. J. **Multiple regression in behavioral research.** New York: Holt, Rinehart & Winston,, 1983.
- PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos.** Brasil. Tese de Doutorado. Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
- 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.
- PIRES NETO, C. S. & RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. Antropometria e composição corporal de praças entre 18 e 22 anos de idade. In **Anais XXI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**, resumo n. 136, p. 97, São Paulo, SP, 1998.

- RODRIGUEZ-AÑEZ, C.R. **Desenvolvimento de equações para a estimativa da densidade corporal de soldados e cabos do Exército Brasileiro.** Brasil. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- ROOS, W. D.; BROWN, S. R.; FALKNER, R. A. ; VAJDA, A. S. & SAVAGE, M. V. Monitoring growth of young skaters. **Canadian J. of Applied Sports Sciences**, v. 1, p. 167, 1975.
- SINNING, W.E. **Experiments and demonstrations in exercise physiology.** Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1975.
- SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In J. Brozek & Hanschel, A. (Eds.), **Techniques for measuring body composition.** Washington, D.C.:National Academy of Science, p. 223-224, 1961.
- VELHO, N. M. **Análise da aptidão física dos policiais militares do estado de Santa Catarina, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- WILMORE, J.H.; FRISANCHO, R.A.; GORDON, C.C.; HIMES, J.H.; MARTIN, A.D.; MARTORELL, R. & SEEFELDT, V.D. - Body breadth equipment and measurement techniques. In. T.G. LOHMAN, A.F.; ROCHE & R. MARTORELL, (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual.** Abridged Edition. Champaign:Human Kinetics Books. p. 27-38 , 1991.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

*Cândido S. Pires Neto
Curso de Educação Física - CEF
Universidade Tuiuti do Paraná - UTP
Rua José D. M. de Carvalho, 253 - Pilarzinho
82100-190 - Curitiba, PR*

*Fone (41) 338-1931
962 - 9241
e-mail: piresnet@zaz.com.br
e-mail: piresnet@starmedia.com*