

VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE CORPORAL EM HOMENS

VALIDITY OF ANTHROPOMETRIC EQUATIONS FOR THE ESTIMATION OF BODY DENSITY IN MEN

Edio Luiz Petroski¹
Cândido Simões Pires-Neto²

¹ Núcleo de Pesquisa em Atividade Física & Saúde /MDE/CDS/UFSC

² Coordenador da Área de Cineantropometria /CEFD/UFSC.

Resumo

Este estudo teve dois objetivos principais: (1) testar a validade de 41 equações antropométricas, disponíveis na literatura eventualmente utilizadas para a estimativa da densidade corporal em homens brasileiros; (2) analisar a precisão das equações generalizadas e específicas para a estimativa da densidade corporal e/ou %G na amostra estudada. Foram envolvidos no estudo 304 homens das regiões central do RS e litorânea de SC, com média de idade de $30,17 \pm 9,78$ anos. As dobras cutâneas (DCs) foram mensuradas em nove diferentes locais e as circunferências em cinco. Utilizou-se a densidade corporal (D) mensurada (Dm) através da pesagem hidrostática, como critério de validação, cujo valor médio foi de $1,062131 \pm 0,0155$ g/ml. A análise de validação indicou que as equações quadráticas de JACKSON e POLLOCK (1978), que usam a idade, a soma de três e sete DCs e as circunferências do antebraço e do abdômen, assim como a logarítmica de três DCs, são as generalizadas que possuem validade concorrente para a estimativa de valores de D em homens brasileiros. Cinco equações específicas (nº 24 a 28) de GUEDES (1985) e a SLOAN (1967), também mostraram-se válidas para a estimativa de valores de densidade corporal. Pode-se concluir que estas equações apresentam validade concorrente para a estimativa da densidade corporal; e, que as equações generalizadas mostraram-se mais precisas que as específicas, na estimativa de valores de densidade corporal em homens brasileiros.

Palavras-chaves Antropometria, Composição Corporal, Validação, Equações Preditivas, sexo masculino.

Abstract

This study had two main objectives: (a) test the validity of 41 anthropometric equations found in the literature and eventually used to estimate body density of brazilian men; (b) to analyse the precision of generalized and specific equations to estimate body density and or % fat in the above sample. Subjects were 304 males living in the central region of the state of Rio Grande do Sul and the coastal region of the state of Santa Catarina, the southmost states in Brazil, with a mean age of 30.17 ± 9.78 years. Nine skinfold (SF) and five girths were measured. A body density of 1.062131 ± 0.0155 g/ml was determined by means of hydrostatic weighing technique. JACKSON and POLLOCK (1978) quadratic equations with seven and three SF, forearm and waist girths and age, as well as the logN equation three SF, were generalized equations found to have validity and reliability to predict body density of brazilian men. 5 specific equations (No. 24 to 28) of GUEDES (1985) and the equation of SLOAN (1967), showed validity to estimate the body density values. It was concluded that these equations shown to have concurrent validity to predict body density and that generalized equations were more precise than the specific ones to estimate body density of brazilian male subjects.

Key words: Anthropometry, Body Composition, Validation, Prediction Equations, Male Sex.

Introdução

O uso de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal (D) e do percentual de gordura (%G) em homens tem larga aceitação devido a praticabilidade e o baixo custo operacional. No entanto, o uso indiscriminado de equações antropométricas para diferentes populações, sem a devida validação, pode causar consideráveis erros na estimativa dos componentes da composição corporal, haja vista, que a generalização e a validade das equações, são limitadas pela amostra e pelo critério que foram desenvolvidas.

Observa-se, em nosso meio, que diversas equações (DURNIN & RAHAMAN, 1967; SLOAN, 1967; KATCH & McARDLE, 1973; DURNIN & WOMERLEY, 1974; JACKSON & POLLOCK, 1978; GUEDES, 1980), são utilizadas para estimar a D em vários segmentos da população masculina adulta, sem qualquer tentativa de validação. No Brasil, a equação mais utilizada pelos pesquisadores para caracterizar acompanhar longitudinalmente o %G, tem sido a equação conhecida como de FAULKNER (1968). Observa-se, também, que esta equação tem sido usada acriticamente para ambos os sexos, para atletas e não atletas e para escolares, adultos e idosos. Assim, a magnitude dos erros na utilização dessas equações, em amostras nacionais, é desconhecida.

Uma grande dificuldade relacionada a estimativa da D e/ou %G em homens brasileiros, refere-se a ausência de um método antropométrico prático, válido, preciso e de baixo custo, para ser utilizado por técnicos, professores, médicos e cientistas do esporte. Segundo FLINT et alii. (1977), LOHMAN (1981), SINNING et alii. (1985), o uso de equações para diferentes populações sem a devida validação pode causar consideráveis erros na estimativa da D e, por conseguinte, na determinação da composição corporal. Assim, o problema emergente é identificar quais equações antropométricas estimativa da D possuem validade para a popula-

ção masculina brasileira.

Procurando contribuir para a superação desta dificuldade, este estudo pretende: (a) testar a validade de 41 equações antropométricas disponíveis na literatura para a estimativa da densidade corporal e/ou percentual de gordura em homens brasileiros; (b) analisar a precisão das equações generalizadas e específicas na estimativa da densidade corporal e/ou percentual de gordura na amostra estudada.

Procedimentos Metodológicos

Os sujeitos deste estudo foram 304 homens, das regiões central do Rio Grande do Sul, RS, e litorânea de Santa Catarina, SC. Participaram da amostra homens de todas as classes sociais, sem problemas de saúde aparente, heterogêneos em termos de idade, composição corporal e aptidão física.

Protocolo de Mensuração: Para o estudo, foram mensuradas nove dobras cutâneas, cinco circunferências e 7 a 10 pesagens submersas. As características descritivas dos sujeitos são mostradas na Tabela 1.

As dobras cutâneas (DCs) foram mensuradas observando os procedimentos de HARRISON et alii. (1991). Para tanto, utilizou-se um adipômetro Lange.

De acordo com estes procedimentos, as DCs axilar-média (AM) e abdominal (AB) são mensuradas no plano horizontal. Entretanto, optou-se pelas modificações, AM (oblíqua) e AB (vertical) por serem os procedimentos mais utilizados no Brasil.

As circunferências foram mensuradas observando os procedimentos de CALLAWAY et alii. (1991). Utilizou-se uma fita métrica MABIS, de fabricação japonesa, com precisão de 0,1 cm. As medidas de dobras cutâneas e circunferências foram repetidas três vezes em cada local. Foi considerada a média ou dois valores coincidentes, como valor da medida.

TABELA 1 - Características Descritivas dos sujeitos (n° = 304)

			\bar{x}	s	Variação
Idade (anos)	ID		30,17	9,78	18-66
Massa Corporal (kg)	MC		73,61	9,74	49,30-114,10
Estatura (cm)	ES		174,57	6,81	163,20-199,20
Densidade (g/ml)	D		1,062131	0,0155	1,0244-1,0946
% G			16,14	6,86	2,20-33,16
MCM (kg)			61,37	6,77	41,12-87,01
MG (kg)			12,24	6,35	1,56-32,17
		n°	Dobras Cutâneas (mm)		
Subescapular	SE	1	13,16	5,42	2,00-30,00
Tricipital	TR	2	11,21	5,17	2,50-28,00
Bicipital	BI	3	4,76	2,96	1,50-20,50
Peitoral	PT	4	10,67	6,48	2,50-33,00
Axilar média	AM	5	11,83	7,43	3,00-37,50
Supra-iliaca	SI	6	14,23	8,59	3,00-44,00
Abdominal	AB	7	20,89	11,02	4,00-52,00
Coxa	CX	8	15,07	7,10	3,00-38,00
Panturrilha	PM	9	8,36	4,50	2,00-38,00
			Circunferências (cm)		
Antebraço	CAT		26,48	1,46	23,20-31,50
Braço	CBR		27,88	2,32	20,50-34,70
Abdômen	CAB		81,43	8,15	59,00-107,50
Coxa	CCX		56,36	4,17	45,00-66,00
Perna	CPM		37,05	2,48	29,00-44,50

Densitometria - Os valores de densidade corporal foram obtidos através da pesagem hidrostática (PH), realizada na posição grupada segundo as descrições de PETROSKI & PIRES-NETO (1992) e PETROSKI (1995). Para as pesagens submersas foram observados os procedimentos descritos por KATCH et alii. (1967) e as recomendações de HEYWARD (1991).

Percentual de Gordura (%G) - O %G foi estimado segundo Siri (1961): $\%G = (495 / D) - 450$.

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

Massa Corporal Magra (MCM, kg) - A MCM é estimada subtraindo a MG da massa corporal (MC), assim: $MCM = MC - MG$.

Análise dos Dados - A validação das equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens foi delimitada a 41 equações, sendo 13 generalizadas (Tabela 2 - pág. 8) e 28 específicas à população (Tabela 3 - pág. 9).

As análises de validação foram realizadas considerando as sugestões de LOHMAN (1992), mediante a determinação dos seguintes cálculos: coeficiente de correlação linear de Pearson, teste

t pareado, erro constante (EC), $EC = Dm - De$, erro total (ET); $ET = \sqrt{\sum (De - Dm)^2 / n}$, e erro padrão de estimativa (EPE); $EPE = s \cdot \sqrt{1 - R^2}$

Onde: **Dm** = densidade mensurada através da pesagem hidrostática;

De = densidade estimada pelas equações antropométricas.

Estes cálculos foram realizados no Centro de Processamento de Dados da UFSM, utilizando um pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da validação das equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal são mostrados na Tabela 4. São apresentados também os resultados médios da estimativa da D, os escores do teste t, as correlações lineares, e os ECs, ETs e EPEs.

Comparando os resultados médios da De e Dm através do teste t, observa-se que as equações de números 2, 6 e 7, de JACKSON & POLLOCK (1978), não apresentam diferenças estatísticas significativas, o que indica uma forte evidência de validação destas equações para uso na população

TABELA 2 - Equações Generalizadas Utilizadas na Análise de Validação.

EQUAÇÕES ESTIMATIVAS DA DENSIDADE CORPORAL	IDADE	R	EPE
JACKSON & POLLOCK (1978) J & P (78)			
01 $D = 1,1120 - 0,00043499(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) + 0,00000055(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8})^2 - 0,00028826(ID)$	18-61	0,902	0,0078
02 $D = 1,1010 - 0,00041150(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) + 0,00000069(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8})^2 - 0,000059239(CAB) + 0,000190632(CAT)$	18-61	0,916	0,0073
03 $D = 1,21394 - 0,03101 \text{ LgN}(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) - 0,00029(ID)$	18-61	0,893	0,0082
04 $D = 1,18860 - 0,03049 \text{ LgN}(\sum X_{4,7,8}) - 0,00027(ID)$	18-61	0,888	0,0083
05 $D = 1,109380 - 0,0008267(\sum X_{4,7,8}) + 0,0000016(\sum X_{4,7,8})^2 - 0,0002574(ID)$	18-61	0,905	0,0077
06 $D = 1,0990750 - 0,0008209(\sum X_{4,7,8}) + 0,0000026(\sum X_{4,7,8})^2 - 0,0002017(ID) - 0,00005675(CAB) + 0,00018586(CAT)$	18-61	0,918	0,0072
07 $D = 1,17615 - 0,02394 \text{ LgN}(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) - 0,00022(ID) - 0,000070(CAB) + 0,0002120(CAT)$	18-61	0,917	0,0073
08 $D = 1,15737 - 0,02288 \text{ LgN}(\sum X_{4,7,8}) - 0,00019(ID) - 0,000075(CAB) + 0,000223(CAT)$	18-61	0,915	0,0073
POLLOCK, SCHMIDT & JACKSON (1980) P S & J (80)			
09 $D = 1,1125025 - 0,0013125(\sum X_{1,2,4}) + 0,0000055(\sum X_{1,2,4})^2 - 0,0002440(ID)$	18-61	0,89	0,008
LOHMAN (1981) LOH (81)			
10 $D = 1,0982 - 0,000815(\sum X_{1,2,7}) + 0,00000084(\sum X_{1,2,7})^2$		0,92	0,0071
THORLAND et alii. (1984a) THO (84)			
11 $D = 1,1091 - 0,00052(\sum X_{1,2,5,6,7,8,9}) + 0,00000032(\sum X_{1,2,5,6,7,8,9})^2$	ATLE		
12 $D = 1,1136 - 0,00154(\sum X_{1,2,5}) + 0,00000516(\sum X_{1,2,5})^2$	14-19	0,82	0,0055
DURNIN & WOMERSLEY (1974) D & W (74)			
13 $D = 1,1765 - 0,0744 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	17-72		0,0103

Obs.: Valores de Circunferências em cm.

adulta geral.

A análise dos desvios padrões da densidade estimada destas três equações mostra que eles são menores que o desvio padrão da densidade mensurada, indicando que o total da amostra não está completamente representada. Segundo este ponto de vista, as equações nº 2 e 6 de JACKSON & POLLOCK (1978) são mais representativas que a equação 7.

As correlações entre a Dm e De encontradas neste estudo são de magnitude alta, 0,88 (equação 2), 0,87 (equação 6) e 0,87 (equação 7); todavia, são menores que as correlações encontradas por JACKSON & POLLOCK (1978), quando validaram suas equações em uma amostra de 95 sujeitos, cujas correlações foram: 0,915, 0,920 e 0,913, respectivamente. No entanto, os ETs (0,0073, 0,0076 e 0,0076 g/ml) para as mesmas equações na amostra do presente estudo são similares aos ETs (0,0077, 0,0076 e 0,0078 g/ml) obtidos quando da validação da equações (equações 2, 6 e 7, respectivamente) de JACKSON & POLLOCK (1978).

Considerando os critérios acima analisados, pode-se sugerir que as três equações 2, 6 e 7 apre-

sentam validade concorrente para a estimativa de valores de D em sujeitos brasileiros, considerando a abrangência de generalização do estudo.

As demais equações generalizadas de JACKSON & POLLOCK (1978), POLLOCK et alii. (1980), LOHMAN (1981) e DURNIN & WOMERSLEY (1974) atenderam todos os critérios de validação, exceto para a estimativa da D, apresentando diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). Já as equações generalizadas de THORLAND et alii. (1984), além de apresentar diferenças significativas entre as médias das Dm e De, evidenciam também valores de ETs muito elevados. Desta forma, estas equações são inadequadas para a utilização em nosso meio.

Os resultados da análise de validação das equações específicas (Tabela 5) indicam que médias da De através das cinco equações de GUEDES (1985), de nº 24, 25, 26, 27 e 28, da equação 37 de POLLOCK et alii. (1976), de SLOAN (1967) e de FAULKNER (1968), são similares às médias da Dm.

As correlações entre a Dm e De obtidas pelas referidas equações de GUEDES (1985), variaram de 0,77 (equação 24) a 0,84 (equação 28);

TABELA 3 - Equações Específicas Utilizadas na Análise de Validação

EQUAÇÕES ESTIMATIVAS DA DENSIDADE CORPORAL	IDADE	R	EPE
DURNIN & WOMERSLEY (1974) D & W (74)			
14 $D = 1,1620 - 0,0630 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	17-19		0,0073
15 $D = 1,1631 - 0,0632 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	20-29		0,0084
16 $D = 1,1422 - 0,0544 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	30-39		0,0087
17 $D = 1,1620 - 0,0700 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	40-49		0,0082
18 $D = 1,1715 - 0,0779 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	50 >		0,0092
DURNIN & RAHMAN (1967) R & R (67)			
19 $D = 1,1610 - 0,0632 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	18-34	0,835	0,0069
FORSYTH & SINNING (1973) F & S (73)			
20 $D = 1,10300 - 0,00168(X_1) - 0,00127(X_7)$	19-22	0,82	0,006
21 $D = 1,10647 - 0,00162(X_1) - 0,00144(X_7) - 0,00077(X_2) + 0,00071(X_4)$	19-22	0,84	0,006
22 $D = 1,02415 - 0,00169(X_1) + 0,00444(ES/10) - 0,00130(X_7)$	19-22	0,86	0,005
23 $D = 1,03316 - 0,00164(X_1) + 0,00410(ES/10) - 0,00144(X_7) - 0,00069(X_2) + 0,00062(X_4)$	19-22	0,87	0,005
GUEDES (1985) GUE (85)			
24 $D = 1,13060 - 0,05437 \text{ Log}_{10}(X_7)$	17-27	0,864	0,0064
25 $D = 1,15929 - 0,06550 \text{ Log}_{10}(\sum X_{2,7})$	17-27	0,880	0,0061
26 $D = 1,17136 - 0,06706 \text{ Log}_{10}(\sum X_{2,6,7})$	17-27	0,894	0,0057
27 $D = 1,18282 - 0,07030 \text{ Log}_{10}(\sum X_{2,5,6,7})$	17-27	0,894	0,0057
28 $D = 1,20436 - 0,07848 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,5,6,7})$	17-27	0,894	0,0057
29 $D = 1,21546 - 0,08119 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,5,6,7,8})$	17-27	0,899	0,0056
30 $D = 1,22098 - 0,08214 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,5,6,7,8,9})$	17-27	0,904	0,0055
31 $D = 1,22627 - 0,08384 \text{ Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,5,6,7,8,9})$	17-27	0,901	0,0055
KACTH & McARDLE (1973) K & M (73)			
32 $D = 1,09665 - 0,00103(X_2) - 0,00056(X_1) - 0,00054(X_7)$	18-24	0,86	0,0072
33 $D = 1,10986 - 0,00083(X_2) - 0,00087(X_1) - 0,00098(CAB) + 0,00210(CAT)$	18-24	0,89	0,0066
34 $D = 1,12691 - 0,00357(CBR) - 0,00127(CAB) + 0,00524(CAT)$	18-24	0,86	0,0072
POLLOCK et alli. (1976) P et alli. (76)			
35 $D = 1,09478 - 0,00103(X_4) - 0,00085(X_8)$	18-22	0,81	0,0082
36 $D = 1,09716 - 0,00065(X_4) - 0,00055(X_1) - 0,00080(X_8)$	18-22	0,82	0,0080
37 $D = 1,07660 - 0,00098(X_4) - 0,00053(X_5)$	40-50	0,78	0,0082
SLOAN (1967) SLO (67)			
38 $D = 1,1043 - 0,001327(X_8) - 0,001310(X_1)$	18-26	0,84	0,0067
YUHASZ (1962) YUH (62)			
39 $\%G = 3,1654 + 0,0156(X_4) + 0,0894(X_2) - 0,0240(X_1) + 0,00148(X_6) + 0,2552(X_7) + 0,2122(X_8)$	18-25	0,76	2,89
40 $\%G = 4,3806 + 0,2773(X_4) + 0,1096(X_2) + 0,1866(X_1) - 0,2259(X_6) + 0,1738(X_7) + 0,1694(X_8)$	26-40	0,73	4,3
FAULKNER (1968) FAU (68)			
41 $\%G = 5,783 + 0,153(\sum X_{1,2,6,7})$	18-25		

Obs.: Valores de Circunferências em cm.

TABELA 4 - Validação das Equações Generalizadas para a Estimativa da Densidade Corporal em Homens Adultos ($n^{\circ} = 304$)

EQ	Fonte / ano	Modelo	D Estimada \bar{x} s	r^a	t	EC	ET	EPE
Densidade mensurada (D_m) = $1,06213 \pm 0,0155$								
1	J&P (78)	Quadr	$1,06739 \pm 0,0154$	0,884	-12,33	0,00526	0,0075	0,0073
2	J&P (78)	Quadr	$1,06238 \pm 0,0129$	0,884	-0,61*	0,00025	0,0073	0,0073
3	J&P (78)	LogN	$1,06676 \pm 0,0161$	0,871	-9,99	0,00463	0,0081	0,0077
4	J&P (78)	LogN	$1,06681 \pm 0,0162$	0,852	-9,39	0,00468	0,0087	0,0082
5	J&P (78)	Quadr	$1,06729 \pm 0,0154$	0,872	-11,51	0,00517	0,0078	0,0076
6	J&P (78)	Quadr	$1,06189 \pm 0,0130$	0,872	0,53*	-0,00023	0,0076	0,0076
7	J&P (78)	LogN	$1,06255 \pm 0,0127$	0,874	-0,97*	0,00042	0,0076	0,0075
8	J&P (78)	LogN	$1,06614 \pm 0,0125$	0,856	8,64	0,00400	0,0081	0,0081
9	PS&J (80)	Quadr	$1,06721 \pm 0,0144$	0,873	-11,61	0,00507	0,0081	0,0076
10	LOH (81)	Quadr	$1,06333 \pm 0,0143$	0,855	-2,60	0,00121	0,0081	0,0081
11	T et alli. (84)	Quadr	$1,06328 \pm 0,0193$	0,862	2,03	0,00115	0,0099	0,0079
12	T et alli. (84)	Quadr	$1,06599 \pm 0,0181$	0,864	-7,39	0,00385	0,0091	0,0078
13	D&W (74)	Log ₁₀	$1,05795 \pm 0,0146$	0,841	8,52	-0,00418	0,0086	0,0084

* Os resultados da D_m e D_e não diferem estatisticamente $p > 0,05$;

r^a Significante a nível de $p < 0,0001$; EC = Erro constante; EPE = $s \sqrt{1 - R^2}$;

ET = $\sqrt{\sum (y_1 - y_2)^2 / n}$; Onde: y_1 é a densidade predita e y_2 a densidade mensurada.

embora sejam altas, foram menores que as encontradas no estudo original que variaram de 0,87 a 0,92, respectivamente. Os ETs, no entanto, variaram entre 0,0064 (equação 25) e 0,0070 g/ml (equação 24) e aumentaram sensivelmente no presente estudo, ficando entre 0,0079 e 0,0085 g/ml, respectivamente.

A redução nos coeficientes de correlação e o aumento do ET, no presente estudo, é devido à maior homogeneidade da amostra utilizada por GUEDES (1985).

A partir da análise dos critérios sugeridos por LOHMAN (1992), pode-se inferir que as cinco equações (equações 24, 25, 26, 27, 28) mostram-se válidas para a estimativa da D em homens entre 18 e 27 anos de idade, na população de abrangência deste estudo.

Entre os modelos lineares, somente as médias das equações (equações 37, 38 e 41) de POLLOCK et alii. (1976), SLOAN (1967), e de FAULKNER (1968), respectivamente, não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os valores estimados e os obtidos no laboratório (PH). Como o relacionamento entre D e %G é inversamente proporcional, a equação 37 de

POLLOCK et alii. (1976) superestimou a D e subestimou o %G mais que a de SLOAN (1967), enquanto a de FAULKNER (1968) superestimou o %G. Os EC para as respectivas equações foram 0,00129 g/ml ou 0,62 %G, 0,00101 g/ml ou 0,44 %G e 0,23 %G.

A análise da equação linear (equação 37) de POLLOCK et alii. (1976) indicou aceitáveis e idênticos valores para ET e EPE (0,00902 e 0,0091 g/ml, respectivamente). Observa-se que o ET para esta equação foi menor que o EPE, o que indica que esta equação foi um forte estimador da D na amostra. No entanto, a magnitude do desvio padrão da densidade estimada foi menor ($s D_m = 0,0134$ g/ml vs $s D_e = 0,0096$ g/ml), o que provoca erros nos valores extremos da distribuição. Considerando que os outros parâmetros de validação foram atendidos e, principalmente, devido à escassez de equações validadas para uso na população brasileira quanto à estimativa da D em idades mais avançadas, a equação 37 de POLLOCK et alii. (1976) pode, assim, ser considerada como uma alternativa aceitável para a estimativa da D em homens na faixa etária compreendida entre 40 e 50 anos.

TABELA 5 - Validação das Equações Específicas para a Estimativa da Densidade Corporal em Homens Adultos.

EQ	Fonte / ano	n	Modelo	D Mensurada		D Estimada		r ²	t	EC	ET	EPE
				\bar{x}	s	\bar{x}	s					
14	D&W (74)	25	Log10	1,07114 ± 0,010		1,06697 ± 0,009		0,67	2,58	-0,00416	0,0081	0,0078
15	D&W (74)	139	Log10	1,06787 ± 0,013		1,06533 ± 0,012		0,86	4,41	-0,00254	0,0068	0,0068
16	D&W (74)	81	Log10	1,05645 ± 0,016		1,05255 ± 0,011		0,84	3,98	-0,00389	0,0088	0,0086
17	D&W (74)	48	Log10	1,05334 ± 0,014		1,04605 ± 0,012		0,75	5,42	-0,00726	0,0093	0,0092
18	D&W (74)	11	Log10	1,04953 ± 0,014		1,03936 ± 0,011		0,87	4,92	-0,01016	0,0068	0,0071
19	D&R (67)	216	Log10	1,06587 ± 0,015		1,06224 ± 0,012		0,85	6,81	-0,00362	0,0078	0,0079
20	F&S (73)	75	Linear	1,07018 ± 0,011		1,06609 ± 0,015		0,78	3,92	-0,00408	0,0090	0,0074
21	F&S (73)	75	Linear	1,07018 ± 0,011		1,06458 ± 0,016		0,80	5,23	-0,00559	0,0093	0,0071
22	F&S (73)	75	Linear	1,07018 ± 0,011		1,06479 ± 0,015		0,80	5,06	-0,00538	0,0092	0,0071
23	F&S (73)	75	Linear	1,07018 ± 0,011		1,06339 ± 0,016		0,82	6,21	-0,00679	0,0095	0,0068
24	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06825 ± 0,012		0,78	0,52*	-0,00036	0,0085	0,0081
25	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06857 ± 0,013		0,82	0,06*	-0,00004	0,0079	0,0074
26	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06856 ± 0,014		0,82	0,09*	-0,00006	0,0082	0,0074
27	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06878 ± 0,015		0,83	-0,24*	0,00016	0,0083	0,0072
28	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06905 ± 0,015		0,84	-0,64*	0,00044	0,0082	0,0070
29	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06714 ± 0,015		0,84	2,18	-0,00147	0,0082	0,0070
30	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06687 ± 0,015		0,85	2,57	-0,00175	0,0082	0,0071
31	GUE (85)	146	Log10	1,06862 ± 0,013		1,06718 ± 0,015		0,84	2,08	-0,00144	0,0084	0,0071
32	K&M (73)	116	Linear	1,06946 ± 0,012		1,07138 ± 0,010		0,83	-3,05	0,00192	0,0069	0,0068
33	K&M (73)	116	Linear	1,06946 ± 0,012		1,07109 ± 0,010		0,82	-2,57	0,00163	0,0070	0,0069
34	K&M (73)	116	Linear	1,06946 ± 0,012		1,06924 ± 0,009		0,69	4,69	-0,00121	0,0088	0,0088
35	P et alii. (76)	89	Linear	1,07068 ± 0,016		1,07541 ± 0,009		0,75	-5,81	0,00473	0,0077	0,0077
36	P et alii. (76)	89	Linear	1,07068 ± 0,016		1,07546 ± 0,008		0,75	-5,86	0,00778	0,0077	0,0077
37	P et alii. (76)	54	Linear	1,05289 ± 0,013		1,05419 ± 0,010		0,74	-1,06*	0,00129	0,0090	0,0091
38	SLO(67)	136	Linear	1,06922 ± 0,012		1,07023 ± 0,013		0,74	-1,35*	0,00101	0,0088	0,0081
39	Y UH(62)	121	Linear	17,56 ± 7,12		11,87 ± 2,94		0,81	12,44	-5,68	5,03	4,15
40	Y UH(62)	128	Linear	12,93 ± 5,30		11,21 ± 3,57		0,82	6,19	-1,72	3,13	3,05
41	FAL (68)	128	Linear	12,93 ± 5,30		13,15 ± 3,43		0,82	0,82*	-0,23	3,16	3,04

* Os resultados da Dm e De não diferem estatisticamente (p > 0,05). r² Significante a nível de p < 0,0001; EC = Erro constante;

EPE = $s \sqrt{1 - R^2}$; ET = $\sqrt{\sum (y_1 - y_2)^2 / n}$; Onde: y1 é a densidade predita e y2 a densidade mensurada.

A análise da equação de SLOAN (1967), que usa as DCs da CX e SE (Tabela 4), resultou em um desvio padrão estimado similar à distribuição do desvio padrão mensurado ($s D_m = 0,012$ g/ml vs $s D_e = 0,012$ g/ml) e aceitáveis ET e EPE (0,0088 g/ml ou 3,82 %G e $\pm 0,0081$ g/ml ou 3,6 %G, respectivamente). A correlação entre a D_m e D_e foi 0,742. Resultados similares também foram encontrados por FORSYTH & SINNING (1973), em uma amostra de atletas, $r = 0,74$; WILMORE & BEHNKE (1969) utilizaram uma amostra de universitários não atletas, encontrando correlação de 0,73, e SHERBEENY (1983) obteve r de 0,75 em universitários. Estes resultados confirmam as observações de LOHMAN (1981), quando diz que a equação de SLOAN é uma alternativa válida para a estimativa de D para diferentes amostras de universitários atletas e não atletas. Baseando-se nas constatações do presente estudo, pode-se acrescentar às observações de LOHMAN que a equação de SLOAN (1967) possui validade concorrente também para sujeitos universitários e não universitários brasileiros, na faixa etária de 18 a 26 anos.

Os resultados desta investigação indicam que a equação de FAULKNER (1968) atende a vários critérios de validação: como baixos valores de ET (3,16 %G) e EPE (3,04 %G), e EC não significativo (0,23 %G). No entanto, sua equação diminuiu substancialmente o valor do desvio padrão do %G estimado (s %G mensurado = 5,30% vs s %G estimado = 3,43%), o que pode resultar em erros para os sujeitos com valores de %G extremamente altos ou baixos. Todavia, todos os demais critérios de validação sugeridos por LOHMAN (1981) foram atendidos. Desta forma, a equação de FAULKNER (1968) pode ser considerada como uma alternativa aceitável para a estimativa de valores de %G em homens adultos, residentes nas regiões central do RS e litorânea de SC, na faixa etária compreendida entre 18 e 25 anos.

As equações logarítmicas de DURNIN & WOMERSLEY (1974) e as lineares de FORSYTH & SINNING (1973), sistematicamente, subestimaram a D e as lineares de YUHASZ (1962) o %G, enquanto as equações de KACTH & McARDLE (1973) e as equações 35 e 36 de POLLOCK et alii. (1976), sistematicamente, superestimaram a D e

apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios mensurados e estimados (D e %G). Desta forma, estas equações não são recomendadas para caracterizar a D ou o %G em sujeitos brasileiros, considerando a abrangência da amostra do presente estudo.

Comparando os valores de r e ETs das equações com validade concorrente para a estimativa da D em homens, observa-se que as generalizadas apresentaram maiores correlações (entre 0,87 e 0,88) e menores ETs (entre 0,0073 e 0,0076 g/ml) que as específicas (r entre 0,74 e 0,84; e ETs entre 0,0079 e 0,0090 g/ml).

Finalmente, uma análise comparativa das equações generalizadas e específicas que apresentam validade concorrente para a estimativa da D em homens sugere que as equações generalizadas foram mais acuradas que as específicas, por apresentar maiores valores de correlação e menores ou iguais ETs

Conclusão

Através da realização do presente estudo pode-se concluir que:

- A densidade corporal do brasileiro adulto estimada através da PH oscila em torno de 1,062131 g/ml e %G de 16,14%;
- As equações generalizadas a logarítmica de três DCs, e as quadráticas de JACKSON & POLLOCK (1978), que usam a idade, a soma de três ou de sete DCs, e as circunferências do antebraço e do abdômen; bem como, cinco específicas (n° 24 a 28), de GUEDES (1985) e a de SLOAN (1967), são as equações possuem validade concorrente para a estimativa de valores de densidade corporal em homens brasileiros;
- Embora não exista razão para usar a equação (n° 37) de POLLOCK et alii. (1976) e a de FAULKNER (1968), elas são uma alternativa razoável, para predizer densidade corporal e/ou o %G de sujeitos entre 40 e 50 anos e 18 e 25 anos, respectivamente.
- Finalmente, as equações generalizadas mostraram-se mais acuradas que as específicas, na estimativa de valores de D , na amostra do presente estudo.

Referências Bibliográficas

- CALLAWAY, C.W. et alii. - Circumferences. In: T.G. LOHMAN,; (Eds.) et alii **Anthropometric standar-dization reference manual**. Abridged Edition. Champaign, Il.: Human Kinetics Books, 1991.
- DURNIN, J.V.G.A. & RAHAMAN, M.M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **Br. J. Nutr.**, v.21, p.681-689, 1967.
- 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. **Br. J. Nutr.**, v.32, p.77-97, 1974.
- FAULKNER, J.A. Physiology of swimming and diving. In: H. FALLS. **Exercise Physiology**, Baltimore: Academic Press, 1968.
- FORSYTH, H. L. & SINNING, W.E. The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. **Med. Sci. Sports.**, v.5, n.3, p.174-180, 1973.
- GUEDES, D.P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas e universitários**. (Dissertação de Mestrado), UFSM, Santa Maria, RS, 1985.
- HARRISON, G.G. et alii. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: LOHMAN, et alii (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual**. Abridged Edition. Champaign, Il.: Human Kinetics Books, 1991.
- HEYWARD, V.H. **Advanced fitness assessment and exercise prescription**. Champaign, Il.: Human Kinetics Books, 1991.
- JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br. J. Nutr.**, v.40, p.497-504, 1978.
- KATCH, F.I. & McARDLE, W.D. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Hum. Biol.**, v.45, n.3, p.445-454, 1973.
- KATCH, F.I; et alii.. Estimation of body volume by underwater weighing description of a simple method. **J. Appl. Physiol.**, v.23, n.3, p.811-813, 1967.
- LOHMAN, T.G.. Skinfolds and body density and their relation of body fatness: A review. **Hum. Biol.**, v.53, n.2, p.181-225.
- LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign, Il.: Human Kinetics Publishers, 1992.
- PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. Tese de Doutorado. Santa Maria, UFSM, 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.
- POLLOCK, M.L. et alii. Prediction of body density in young and middle-aged men. **J. Appl. Physiol.** v.40, n.3, p.300-304, 1976.
- POLLOCK, M.L. et alii. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. **Comprehensive Therapy**, v.6, n.9, p.12-27, 1980.
- SHERBEENY, S.M. **Validation of selected regression equations for predicting body density, body fat percentage, lean body weight, and body fat weight**. (Doctoral Dissertation). Oregon: University of Oregon, 1983.
- SINNING, W.E. et alii. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. **Med. Sci. Sport Exerc.**, v.17, n.1, p.124-130, 1985.
- SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In J. BROZEK & HANSHEL, A. (Eds.), **Techniques for measuring body composition** (p.223-224). Washington, D.C. National Academy of Science. 1961.

SLOAN, A.W. Estimation of body fat in young men. **J. Appl. Physiol.**, v.23, n.3, p.311-315, 1967.

THORLAND, W.G. et alii. Estimation of body density in adolescent athletes. **Hum. Biol.**, v.56, p.439-448.

YUHASZ, M.S. **The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight.** (Doctoral Dissertation). Urbana, Il.: Univ. of Illinois, 1962.

WILMORE, J.H. & BEHNKE, A. R. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. **J. Appl. Physiol.**, v.27, n.1, p.25-31, 1969.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Núcleo de Pesquisa em Atividade Física & Saúde NuPAF
Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos
Trindade - Florianópolis, SC