

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

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

Edio Luiz Petroski¹
Cândido Simões Pires-Neto²

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

² PPGCMH/CEFD/UFSCM.

Resumo

O objetivo desta investigação foi analisar a validade de trinta equações antropométricas, disponíveis na literatura para a estimativa da densidade corporal em mulheres brasileiras. Participaram do estudo 281 mulheres das regiões central do RS e litorânea de SC, com média de idade de 27,46 ± 7,58 anos. As dobras cutâneas (DCs) foram mensuradas em nove diferentes locais e as circunferências em cinco. Foi utilizado como critério de validação a densidade corporal (D) mensurada (Dm) através da pesagem hidrostática, cujo valor médio foi de 1,046276 ± 0,0127 g/ml. A análise de validação indicou que as generalizadas de JACKSON et al (1980), a quadrática e a logarítmica de sete DCs, mais idade, são válidas para a estimativa da D na amostra brasileira. As correlações entre a densidade mensurada e a estimada (De) foram 0,83 e 0,82, e os erros padrões de estimativa 0,0072 e 0,0074 g/ml, respectivamente. As equações específicas de KATCH & McARDLE (1973), que usam a dobra cutânea subescapular e a circunferência da coxa, e a de SLOAN et al (1962), que utiliza as dobras cutâneas tricipital e supra-ilíaca, também foram válidas

Abstract

The objective of this investigation was to analyse the validity of thirty anthropometric equations found in the literature and eventually used to estimate body density of Brazilian women. Subjects were 281 females living in the central region of the state of Rio Grande do Sul and the coastal region of the state of Santa Catarina, the southernmost states in Brazil, with a mean age of 27.46 ± 7.58 years. Nine skinfold and five girths were measured. A body density of 1.046276 ± 0.0127 g/ml was determined by means of hydrostatic weighing technique. JACKSON et al (1980) quadratic and logN equations with seven skinfold and age were found to have validity and reliability to predict body density of Brazilian women. Correlation between measured (Dm) and estimated (De) body density were 0.830 and 0.820, respectively. Standard error of estimate (SEE) were 0.0072 and 0.0074 g/ml, as well. Specific equations of KATCH & McARDLE (1973) which uses subscapula skinfold and thigh circumference as well as the one of SLOAN et al (1962) which uses triceps and suprailiac skinfold were also validated. Correlation values were 0.687 and

para predizer valores de D neste estudo. Os resultados encontrados foram: correlação 0,687 e 0,742; ET 0,0088 e 0,0079 g/ml; EPE 0,0087 e 0,0079 g/ml, respectivamente. Pode-se concluir que estas equações possuem 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 mulheres brasileiras.

Palavras Chaves: Antropometria, Composição Corporal, Validação, Equações Preditivas, Mulheres.

0.742, total error of 0.0088 and 0.0079 g/ml; SEE of 0.0087 and 0.0079 g/ml were found for both equations, respectively. These equations were shown to have concurrent validity to predict body density and that generalized equations were more accurate than the specific ones to estimate body density of female subjects.

Key Words: Anthropometry, Body Composition, Validation, Prediction equations, Women.

Introdução

No cotidiano, sempre que uma pessoa pensa sobre sua aparência, saúde, atividade física e longevidade, ela está pensando também na sua composição corporal, especificamente no componente gordura corporal. Este componente tem sido largamente usado como um indicador de saúde e aptidão física.

Existe uma grande variedade de métodos laboratoriais para determinar a densidade corporal humana. Estes incluem: pesagem hidrostática, contagem de potássio-40, impedância bioelétrica, análise radiográfica, tomografia computadorizada, excreção de creatinina, absorciometria de fótons duplos, imagens de ressonância magnética, análise de ativação de neutrons. As revisões de LUKASKI (1987) e BRONDIE (1988) abordam diversos métodos, resumem os princípios, as aplicações e analisam as limitações práticas.

Esses métodos são aceitos e válidos, mas quase todos apresentam um quadro comum que limita a utilização para grandes populações, pois eles requerem: a) muito tempo para uma única mensuração; b) equipamento de alto custo; c) técnicos especializados, além de um complexo procedimento.

Por estas razões, os métodos de campo para estimar a densidade corporal, o percentual de gordura e a massa corporal magra (MCM) foram desenvolvidos e são largamente utilizados. A técnica antropométrica abrange a mensuração da massa corporal, estatura, medidas de dobras cutâneas,

circunferências e diâmetros em vários segmentos corporais.

As principais vantagens do uso da técnica antropométrica são: 1) a boa relação das medidas antropométricas com a densidade corporal obtida através dos métodos laboratoriais; 2) o uso de equipamentos de baixo custo financeiro e a necessidade de pequeno espaço físico; 3) a facilidade e rapidez na coleta de dados; 4) a não invasividade do método.

Embora a literatura esteja repleta de equações para a predição da densidade e/ou do percentual de gordura corporal, para que haja uma correta estimativa destes componentes, além de ser uma tarefa difícil e complicada, é necessária uma atitude bastante crítica do avaliador em relação à seleção da equação, haja vista que uma equação desenvolvida para uma população pode não ser válida para outra.

Observa-se, no Brasil, que o uso de equações preditivas da densidade corporal de mulheres tem sido largamente empregado em diversos segmentos da população sem qualquer tentativa de validação das mesmas. Desta forma, a magnitude dos erros padrões de estimativa causada pela utilização de equações originárias de outras populações em mulheres brasileiras é desconhecida, o que tem gerado muitos questionamentos, como: 1) Qual equação utilizar? 2) Qual o melhor procedimento para predizer a densidade corporal? 3) O que fazer para amenizar os erros de estimativa?

Na literatura, observa-se uma carência de informações sobre equações estimativas da densi-

dade corporal para mulheres brasileiras, o que caracteriza uma enorme lacuna na área. Este estudo teve por objetivo analisar a validade de trinta equações antropométricas (generalizadas e específicas), para a estimativa da densidade corporal em mulheres brasileiras. Este objetivo é particularmente importante devido à escassez ou inexistência de equações validadas para uso na população brasileira feminina.

Materiais e Métodos

Participaram do estudo 281 mulheres, das regiões central do Rio Grande do Sul, RS, e litorânea de Santa Catarina, SC. Foram incluídas na amostra mulheres de todas as classes sociais, sem problemas de saúde aparente, heterogêneas 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.

Para a mensuração das dobras cutâneas (DCs) foram seguidos os procedimentos de HARRISON, BUSKIRK, CARTER, JOHNSTON, LOHMAN, POLLOCK, ROCHE & WILMORE (1991). Para tal, utilizou-se um adipômetro Lange.

Segundo o procedimento de HARRISON et al (1991), 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.

Para a mensuração das circunferências foram seguidos os procedimentos de CALLAWAY, CHUMLEA, BOUCHARD, HIMES, LOHMAN, MARTIN, MITCHELL, MUELLER, ROCHE & SEEFELDT (1991). Foi utilizada uma fita métrica MABIS, de fabricação japonesa, com precisão de 0,1 cm. O mensurador exerceu uma pressão firme com a fita sobre os segmentos corporais, não comprimindo os tecidos moles.

As medidas de dobras cutâneas e circunferências foram repetidas três vezes em cada local. Foi considerada a média ou dois valores coin-

cidentes, como valor da medida.

Densitometria - Os valores de densidade corporal foram obtidos através da pesagem hidrostática, realizada na posição grupada segundo as descrições de PETROSKI e PIRES-NETO (1992) e PETROSKI (1995). A técnica de pesagem seguiu os procedimentos descritos por KATCH, MICHAEL e HORVATH (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 - O estudo de validação das equações antropométricas para estimar a densidade corporal em mulheres foi delimitado em 30 equações, respeitando a faixa etária de cada equação, ver Tabela 2.

As análises de validação foram realizadas conforme as sugestões de LOHMAN (1992), através da determinação dos seguintes cálculos: coeficiente de correlação linear de Pearson, teste t pareado, erro constante (EC), $EC = Dm - De$, erro total (ET);

$$ET = \sqrt{\sum (De - Dr^2 / n)},$$

e erro padrão de estimativa (EPE);

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

Onde: Dm = densidade mensurada através da pesagem hidrostática;

De = densidade estimada pelas equações antropométricas.

Os cálculos foram realizados através do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), em um computador IBM 3090, pertencente ao Centro de Processamento de Dados da UFSM.

Tabela 1- Características Descritivas das Mulheres (n = 281)

Variáveis		\bar{x}	s	Variação
Idade (anos)	ID	27,46	7,58	18-51
Massa corporal (kg)	MC	57,66	7,14	43,80-87,40
Estatura (cm)	ES	161,99	6,35	143,00-177,10
Densidade(g/ml)	D	1,046276	0,0127	1,0181-1,0734
%G		23,18	5,77	11,11-36,18
MCM(kg)		44,06	4,26	34,90-58,08
MG (kg)		13,60	4,71	5,60-31,50
	n°	<u>Dobras cutâneas (mm)</u>		
Subescapular	SE 1	13,34	5,54	5,00-35,00
Tricipital	TR 2	19,53	5,52	5,00-38,00
Bicipital	BI 3	7,74	3,45	2,00-19,00
Peitoral	PT 4	9,74	4,37	2,00-25,00
Axilar média	AM 5	10,83	5,84	3,00-27,00
Supra-iliaca	SI 6	12,80	6,57	3,00-31,00
Abdominal	AB 7	22,59	8,00	6,00-45,00
Coxa	CX 8	30,45	7,62	13,00-52,00
Panturrilha	PM 9	17,53	6,20	4,00-35,00
		<u>Circunferência (cm)</u>		
Antebraço	CAT	22,90	1,26	20,00-26,70
Braço	CBR	24,68	2,07	20,30-32,0
Abdômen	CAB	68,34	6,48	51,50-94,50
Coxa	CCX	55,48	4,11	47,50-66,50
Perna	CPM	34,53	2,20	29,70-43,00

Resultados e Discussão

Os seguintes critérios foram seguidos para a análise de validação: 1) comparar os valores médios da densidade mensurada (Dm) e da densidade estimada (De); 2) comparar os desvios padrões da Dm e De; 3) determinar o erro total (ET) e o erro padrão de estimativa (EPE) (LOHMAN, 1981). O ET porque reflete a verdadeira diferença entre a Dm e De, enquanto que o EPE reflete somente os erros associados com a regressão e as variáveis (KATCH & KATCH, 1980; SINNING, DOLNY, LITTLE, CUNNINGHAM, RACANIELLO, SICONOLFI & SHOLES, 1985).

Os resultados da Dm, De, teste t, coeficiente de correlação linear de Person, EC, ET, EPE, das equações generalizadas são mostrados na Tabela 3.

Somente as equações generalizadas de números 1 e 2, de JACKSON et al (1980), que usam

a soma de sete DCs e a idade, não apresentam diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre as médias da Dm e De. A análise dos dados através do EC indica que estas equações (equações 1 e 2) subestimam levemente a D na amostra em -0,00014 e -0,00053 g/ml, respectivamente.

Prosseguindo a análise de validação das equações para mulheres, observa-se, na Tabela 3, que os valores dos desvios padrões da Dm são próximos aos da De (s Dm = 0,0127 g/ml vs s De = 0,0120 e 0,0121 g/ml, para as equações 1 e 2, respectivamente), indicando que a amostra fica representada em toda sua amplitude.

As correlações entre a Dm e De encontradas na análise de validação das equações generalizadas foram de magnitude alta 0,830 (equação 1) e 0,820 (equação 2). Estas correlações são superiores às divulgadas por JACKSON et al (1980), quando validaram as mesmas equações em uma amostra de calibração composta por 82 mulheres,

Tabela 2 - Equações Estimativas para a Densidade Corporal em Mulheres Utilizadas na Análise de Validação

EQUAÇÕES ESTIMATIVAS DA DENSIDADE CORPORAL	IDADE	R	EPE
Equações Generalizadas			
JACKSON et al (1980) JP&W(80)			
1 $D = 1,0970 - 0,0004671(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) + 0,00000056(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8})^2 - 0,00012828(\text{ID})$	18-55	0,85	0,0083
2 $D = 1,23173 - 0,03841 \text{LogN}(\sum X_{1,2,4,5,6,7,8}) - 0,00015(\text{ID})$	18-55	0,85	0,0084
3 $D = 1,0960950 - 0,0006952(\sum X_{2,6,7,8}) + 0,0000011(\sum X_{2,6,7,8})^2 - 0,0000714(\text{ID})$	18-55	0,85	0,0084
4 $D = 1,21993 - 0,03936 \text{LogN}(\sum X_{2,6,7,8}) - 0,00011(\text{ID})$	18-55	0,85	0,0085
5 $D = 1,0994921 - 0,0009929(\sum X_{2,6,8}) + 0,0000023(\sum X_{2,6,8})^2 - 0,0001392(\text{ID})$	18-55	0,84	0,0086
6 $D = 1,21389 - 0,04057 \text{LogN}(\sum X_{2,6,8}) - 0,00016(\text{ID})$	18-55	0,84	0,0087
POLLOCK et al (1980) PS&J(80)			
7 $D = 1,0902369 - 0,0009379(\sum X_{2,6,7}) + 0,0000026(\sum X_{2,6,7})^2 - 0,0001087(\text{ID})$	18-55	0,84	0,009
THORLAND et al (1984) THO(84)			
8 $D = 1,1046 - 0,00059(\sum X_{1,2,5,6,7,8,9}) + 0,00000060(\sum X_{1,2,5,6,7,8,9})^2$	ATLE 11-19	0,82	0,0060
9 $D = 1,0987 - 0,00122(\sum X_{1,2,6}) + 0,00000263(\sum X_{1,2,6})^2$	11-19	0,82	0,0060
DURNIN & WOMERSLEY (1974) D&W(74)			
10 $D = 1,1567 - 0,0717 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	16-68		0,0116
Equações Específicas			
DURNIN & WOMERSLEY (1974) D&W(74)			
11 $D = 1,1549 - 0,0678 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	16-19		0,0089
12 $D = 1,1559 - 0,0717 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	20-29		0,0109
13 $D = 1,1423 - 0,0632 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	30-39		0,0125
14 $D = 1,1333 - 0,0612 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	40-49		0,0107
DURNIN & RAHMAN (1967) D&R(67)			
15 $D = 1,1581 - 0,0720 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6})$	18-30	0,78	0,0096
GUEDES (1985) GUE(85)			
16 $D = 1,12922 - 0,06601 \text{Log}_{10}(X_2)$	18-29	0,75	0,0067
17 $D = 1,14812 - 0,06401 \text{Log}_{10}(\sum X_{6,8})$	18-29	0,83	0,0056
18 $D = 1,16650 - 0,07063 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,6,8})$	18-29	0,85	0,0053
19 $D = 1,18452 - 0,07508 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,6,8})$	18-29	0,86	0,0052
20 $D = 1,18588 - 0,07417 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6,8})$	18-29	0,86	0,0052
21 $D = 1,19665 - 0,07634 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6,8,9})$	18-29	0,86	0,0052
22 $D = 1,19748 - 0,07419 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,6,7,8,9})$	18-29	0,86	0,0052
23 $D = 1,19863 - 0,07343 \text{Log}_{10}(\sum X_{1,2,3,5,6,7,8,9})$	18-29	0,86	0,0052
KACTH & McARDLE (1973) K&M(73)			
24 $D = 1,14465 - 0,00150(\text{CBR}) - 0,00105(\text{CAB}) + 0,00448(\text{CAT}) - 0,00168(\text{CCX})$	18-27	0,80	0,0094
25 $D = 1,08347 + 0,00060(X_2) - 0,00151(X_1) - 0,00097(X_8)$	18-27	0,77	0,0100
26 $D = 1,14389 - 0,00114(X_1) - 0,00149(\text{CCX})$	18-27	0,78	0,0098
POLLOCK et al (1975) P et al (75)			
27 $D = 1,0852 - 0,0008(X_1) - 0,0011(X_8)$	18-22	0,76	0,0091
28 $D = 1,0754 - 0,0012(X_5) - 0,0007(X_8)$	30-50	0,86	0,0076
SLOAN et al (1962) SLO(62)			
30 $D = 1,0764 - 0,00081(X_6) - 0,00088(X_2)$	18-27	0,71	0,0082
FAULKNER (1968) FAU(68)			
30 $\%G = 5,7783 + 0,153(\sum X_{1,2,6,7})$	18-25		

Tabela 3 - Validação de Equações Generalizadas para a Estimativa da Densidade Corporal em Mulheres (n = 213).

Eq	Fonte / ano	Modelo	D Estimada $\bar{x} \pm s$	r ^a	t	EC	ET	EPE
Densidade mensurada (Dm)			1,04627 ± 0,0127 g/ml.					
1	JP&W (80)	Quadr	1,04614 ± 0,0120	0,830	0,271*	-0,00014	0,0073	0,0072
2	JP&W (80)	LogN	1,04575 ± 0,0121	0,820	1,036*	-0,00053	0,0075	0,0074
3	JP&W (80)	Quadr	1,04339 ± 0,0118	0,812	5,552	-0,00288	0,0076	0,0075
4	JP&W (80)	LogN	1,04343 ± 0,0100	0,802	5,404	-0,00285	0,0077	0,0076
5	JP&W (80)	Quadr	1,04303 ± 0,0116	0,804	6,148	-0,00324	0,0077	0,0076
6	JP&W (80)	LogN	1,04316 ± 0,0112	0,796	5,915	-0,00316	0,0078	0,0077
7	PS&J (80)	Quadr	1,04445 ± 0,0118	0,793	3,344	-0,00182	0,0080	0,0078
8	T et al (84)	Quadr	1,04011 ± 0,0158	0,823	9,958	-0,00616	0,0090	0,0073
9	T et al (84)	Quadr	1,04911 ± 0,0150	0,782	-4,387	0,00284	0,0094	0,0087
10	D&W (74)	Log ₁₀	1,03473 ± 0,0110	0,779	20,755	-0,01153	0,0081	0,0081

* Os resultados da Dm e De 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.

cujos valores de r foram: 0,803 e 0,799 para as equações 1 e 2, respectivamente.

Outro critério utilizado para a validação foi a análise do ET e EPE. Através destes resultados (Tabela 3), pôde-se observar que o ET e o EPE das equações 1 e 2 de JACKSON et al (1980) foram bastante próximos: equação 1 (ET 0,0073 g/ml ou 3,29 %G; EPE 0,0072 g/ml ou 3,22 %G); equação 2 (ET 0,0075 g/ml ou 3,36 %G; EPE 0,0074 g/ml ou 3,29 %G). Estes valores são menores que os de JACKSON et al (1980). Quando estes validaram as equações 1 e 2 encontraram EPE de 3,9 e 4,01 %G, respectivamente.

Levando-se em consideração os critérios analisados, pode-se inferir que as equações generalizadas de números 1 e 2 de JACKSON et al (1980) apresentam validade concorrente para estimar valores de D em mulheres brasileiras, considerando a população de abrangência do presente estudo.

A tabela 4 apresenta os resultados referentes à validação de equações específicas à população. Somente as equações lineares de números 24 e 26 de KATCH e McARDLE (1973), e a de SLOAN et al (1962), não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre as médias das Dm e De.

As correlações lineares entre Dm e De apre-

sentadas pelas equações de KATCH e McARDLE (1973) ficaram entre 0,652 (equação 24) e 0,687 (equação 26), sendo as mais baixas evidenciadas neste estudo.

Os resultados do ET e do EPE da equação nº 24 de KATCH e McARDLE (1973) foram altos (0,0093 g/ml e 0,0091 g/ml, respectivamente; Tabela 4), a análise sugere que estes valores não atendem os critérios de validação. Todavia, estes erros poderiam ser aceitos para muitas aplicações práticas, por não utilizarem equipamentos sofisticados, mas por utilizarem somente medidas de circunferências (CBR, CAB, CAT e CCX). Desta forma, torna-se um procedimento acessível, podendo ser eventualmente utilizado por professores e técnicos, não possuidores de adipômetro.

Embora as equações que usam somente medidas de circunferências possam ser menos acuradas na predição da densidade que aquelas de DCs, ou aquelas que combinam DCs e circunferências, as vantagens de usar somente circunferências são as facilidades na obtenção dos valores e o menor erro de medidas.

Já a equação linear, nº 26 de KATCH e McARDLE (1973), que usa a dobra cutânea subescapular e a circunferência da coxa, mostrou aceitável ET (0,0088 g/ml ou 3,9 %G) e EPE (0,0087 g/ml), portanto, possuidora de validade

Tabela 4 - Validação de Equações Específicas para a Estimativa da Densidade Corporal em Mulheres.

Eq	Fonte / ano	n	Modelo	D Mensurada			r ²	t	EC	ET	EPE
				\bar{x}	\pm	s					
11	D&W (74)	30	Log ₁₀	1,05002	± 0,0111		0,814	7,685	-0,00918	0,0065	0,0066
12	D&W (74)	105	Log ₁₀	1,04895	± 0,0125		0,777	17,256	-0,01343	0,0079	0,0080
13	D&W (74)	58	Log ₁₀	1,04313	± 0,0119		0,737	-8,886	-0,00971	0,0083	0,0082
14	D&W (74)	19	Log ₁₀	1,03600	± 0,0109		0,806	7,698	-0,01144	0,0065	0,0066
15	D&R (67)	145	Log ₁₀	1,04885	± 0,0121		0,773	18,334	-0,01182	0,0078	0,0077
16	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,670	-4,057	0,00318	0,0091	0,0091
17	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,738	5,589	-0,00405	0,0084	0,0083
18	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,773	6,128	-0,00416	0,0079	0,0078
19	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,783	5,461	-0,00363	0,0077	0,0076
20	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,788	5,486	-0,00359	0,0076	0,0076
21	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,787	5,375	-0,00352	0,0075	0,0076
22	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,797	7,457	-0,00479	0,0073	0,0074
23	GUE (85)	135	Log ₁₀	1,04919	± 0,0125		0,807	7,201	-0,00451	0,0093	0,0073
24	K&M (73)	120	Linear	1,04837	± 0,0119		0,652	1,192*	-0,00101	0,0093	0,0091
25	K&M (73)	120	Linear	1,04837	± 0,0119		0,659	2,242	-0,00185	0,0090	0,0090
26	K&M (73)	120	Linear	1,04837	± 0,0119		0,687	1,798*	-0,00145	0,0088	0,0087
27	P et al (75)	75	Linear	1,04836	± 0,0117		0,767	9,811	0,00854	0,0075	0,0078
28	P et al (75)	77	Linear	1,04138	± 0,0120		0,839	3,139	-0,00237	0,0066	0,0066
29	S et al (62)	102	Linear	1,04804	± 0,0117		0,742	-1,359*	0,00106	0,0079	0,0079
30	FAU (68)	102	Linear	22,37	± 5,28		0,747	17,85	6,40	3,62	3,53

* 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.

concorrente para a estimativa da D em mulheres entre 18 e 27 anos de idade.

A equação de SLOAN et al (1962), a qual utiliza o modelo linear com as dobras cutâneas tricípital e supra-ílica, evidenciou correlação de 0,742 entre a Dm e De. SINNING e WILSON (1984), utilizando a equação de Sloan et al (1962) em uma amostra de mulheres atletas, também não encontraram diferenças estatísticas significativas entre as médias das Dm e De. Os valores de r, EPE e ET foram: 0,779, 3,37 e 3,47%, respectivamente. Todavia, o desvio padrão, no estudo de SINNING e WILSON (1984), foi mais condensado (s Dm = 0,013 e s De = 0,008 g/ml) que no presente (s Dm = 0,0117 g/ml; s De = 0,0080 g/ml). Este comportamento do desvio padrão resulta em erros para sujeitos com valores de D extremamente altos ou baixos, ou seja, a equação superestima a gordura dos sujeitos magros e subestima a dos sujeitos obesos. No entanto, esta equação apresen-

tou valores iguais para ET e EPE (0,0079 ou 3,5 %G).

Embora a equação de SLOAN et al (1962) não tenha atendido a todos os critérios de validação, a mesma poderá ser uma alternativa aceitável para a estimativa da D em mulheres na faixa etária de 18 a 27 anos de idade.

A equação de FAULKNER (1968) é uma equação linear específica para o sexo masculino. A única razão para análise de validação neste estudo deve-se à sua grande utilização no Brasil para a caracterização do percentual de gordura corporal em crianças, adolescentes, adultos e idosos de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que a equação de FAULKNER (1968), quando empregada para predizer o %G corporal em mulheres, subestima o %G sensivelmente (EC = 6,40), com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Assim, como já era esperado,

esta equação não deveria ser utilizada para a estimativa do %G em mulheres.

As demais equações de JACKSON et al (1980), POLLOCK et al (1980), THORLAND et al (1984), DURIN e RAHAMAN (1967), DURIN e WOMERSLEY (1974), GUEDES (1985) e POLLOCK et al (1975), não atenderam os critérios de validação sugeridos por LOHMAN (1981). Elas evidenciaram ECs muito grandes, com diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$), portanto não devem ser utilizadas, em nosso meio, para a estimativa da D em mulheres.

Na análise de validação, um aspecto curioso, que causou surpresa, foi a não validação das equações logarítmicas de GUEDES (1985), uma vez que as mesmas foram desenvolvidas com uma amostra de mulheres da região central do RS. GUEDES utilizou estudantes da UFSM, que teoricamente pertenceriam à mesma população. Todavia, as suas equações, sistematicamente, subestimaram a D, exceto a de nº 16 que superestimou. As médias das Dm e De analisadas através do teste t indicaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Observou-se, também, que todas as estimativas apresentaram desvio padrão condensado. Assim, a análise das equações de GUEDES sugere que elas são específicas àquela população; no entanto, ressalva-se que a não validação pode ser em decorrência da utilização de diferentes adipômetros, Harpender no estudo de GUEDES (1985) e Lange no presente estudo.

Analisando-se as equações validadas, pode-se inferir que as equações generalizadas são mais precisas que as equações específicas para a estimativa da D em mulheres brasileiras, haja vista que as generalizadas apresentam correlações entre a Dm e De de maior magnitude e menores ETs e EPEs.

Conclusões

Considerando as limitações inerentes a este estudo, pode-se concluir que:

- As mulheres caracterizam-se por apresentar valores de densidade e %G em torno de 1,046276 g/ml e 23,18%, respectivamente.

- As equações generalizadas (quadrática e

logarítmica) de JACKSON et al (1980), que usam a soma de sete DCs e a idade, e a específica de KATCH e McARDLE (1973), que utiliza a DC SE e a circunferência da coxa, e a de SLOAN et al (1962), que usa as DCs supra-ilíaca e tricípital, são as equações que possuem validade concorrente para estimativa da D em mulheres na amostra do presente estudo.

- As equações generalizadas mostraram-se mais precisas que as específicas na estimativa de valores de D, na amostra do presente estudo.

Referências Bibliográficas

BRONDIE, D.A. Techniques of measurement of body composition. Part II. **Sports Medicine**, v.5, n.2, p. 74-98, 1988.

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, 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.

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). Santa Maria, RS: UFSM, 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, 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. & WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.12, n.3 p.175-182, 1980.
- KATCH, F.I. & KATCH, V.L. Measurement and prediction errors in body composition assessment and the search for the perfect prediction equation. **Res. Q. Exerc. Sport.**, v.51, n.1, p.249-260, 1980.
- KATCH, F.I.; MICHAEL Jr, E.D. & HORVATH, S.M. Estimation of body volume by underwater weighing description of a simple method. **J. Appl. Physiol.**, v.23, n.3. p.811-813, 1967.
- KATCH, F.I. & McARDLE, W.C. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Hum. Biol.**, v.45, n.3. p.445-454, 1973.
- LOHMAN, T.G.. Skinfolds and body density and their relation of body fatness: A review. **Hum. Biol.**, v.53, n.2. p.181-225, 1981.
- LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign, Il.: Human Kinetics Books, 1992.
- LUKASKI, H.C. Methodos for the assessment of human body composição: traditional and new. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.46, p.537-556, 1987.
- PETROSKI, E.L. & PIRES-NETO, C.S. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. **Kinesis**, v.10, n.2. 49-62, 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.
- POLLOCK, Michael L.; LOUGHRIDGE, E.E.; COLEMAN, B.; LINNERUD, A.C & JACKSON, A. Prediction of body density in young and middle-aged women. **J. Appl. Physiol.**, v.38, n.4, p.745-749, 1975.
- POLLOCK, M.L.; SCHMIDT, D.H. & JACKSON, A.S. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. **Comprehensive Therapy**, v.6, n.9. p.12-27, 1980.
- SINNING, W.E. & WILSON, J.R. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in women athletes. **Res. Q. Exec. Sport.**, v.55, n.2 p.153-160, 1984.
- SINNING, W.E.; DOLNY, D.G.; LITTLE, K.D.; CUNNINGAM, L.N.; RACANIELLO, A.; SICONOLFI, S.F. & SHOLES, J.L. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.17, n.1. p.124-130, 1985.
- 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.
- SLOAN, A.W.; BURT, J.J. & BLYTH, C.S.. Estimation of body fat in young women. **J. Appl. Physiol.**, v.17, n.6, p.967-970, 1962.
- THORLAND, W.G.; JOHNSON, G.O.; THARP, G.D.; HOUSE, T.J. & CISAR, C.J. Estimation of body density in adolescent athletes. **Hum. Biol.**, v.56, n.3. p.439-448, 1984.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Universidade Federal de Santa Catarina
 Núcleo de Pesquisa em Atividade Física e Saúde
 Campus Universitário – Trindade
 CEP 88040-900 – Florianópolis – SC