

**Artigo original**Marcelo Eduardo de Almeida Martins¹
José Fernandes Filho²**VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS GENERALIZADAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE CORPORAL EM MULHERES MILITARES****VALIDATION OF GENERALIZED ANTHROPOMETRIC EQUATIONS FOR BODY DENSITY ESTIMATE IN MILITARY WOMEN****RESUMO**

A validação de equações de predição da densidade corporal permite verificar se os resultados preditos podem estimar, de forma coerente, a densidade corporal de uma população diferente da que originou as equações. Diante desta afirmativa, o objetivo deste estudo centrou-se em verificar a validade concorrente de seis equações de predição generalizadas para a estimativa da densidade corporal em mulheres militares. A amostra foi constituída por 107 mulheres militares, com idade entre 18 e 45 anos ($30,48 \pm 6,40$ anos), massa corporal de $58,60 \pm 6,99$ kg, estatura de $164,78 \pm 5,81$ cm. Foram mensuradas seis dobras cutâneas e uma circunferência conforme as equações selecionadas. Para verificar a densidade corporal foram utilizados o método indireto da pesagem hidrostática (critério de validação) e os métodos duplamente indiretos de predição de Jackson et al. (1980) – 3 dobras e Petroski (1995). A densidade corporal média, medida pela pesagem hidrostática, foi de $1,046058 \pm 0,011001$ g/ml. Para a validação das equações utilizou-se a correlação linear de Pearson que apresentou resultados aceitáveis ($r = 0,71$ a $0,76$). Ao comparar as densidades preditas com a densidade medida verificou-se que apenas a equação quadrática de 5 dobras de Petroski (1995) não apresentou diferença significativa ($t = 0,573$ para $p = 0,568$). A correlação apresentada para esta equação foi $r = 0,74$, considerada aceitável, o erro total foi de $ET = 0,0075$ g/ml e o erro padrão da estimativa foi de $EPE = 0,0066$ g/ml, os quais são considerados muito bons para o processo de validação. Da análise dos resultados concluiu-se que a equação quadrática generalizada de Petroski (1995) - 5 dobras (subescapular, tríceps, supra-ílica, abdominal e panturrilha medial) possui validade concorrente para estimar a densidade corporal de mulheres militares.

Palavras-chave: composição corporal, validação, cineantropometria.

ABSTRACT

The validation of the equations for predicting body density allows verifying the accuracy of estimated body density on a population different from that used in the original equation. In this way, the purpose of this study was to verify the validity of six generalized prediction equations of body density in military women. The sample was composed by 107 military women, with ages varying from 18 to 45 years (30.48 ± 6.40 years), total body mass of 58.60 ± 6.99 kg and stature of 164.78 ± 5.81 cm. Six skinfolds and one circumference were measured according to the selected equations. To estimate body density, the indirect method of hydrostatic densitometry (validation criterion) and the doubly indirect methods of prediction equations by Jackson et al. (1980, 3 skinfolds), and by Petroski (1995) were used. Mean body density measured by hydrostatic densitometry was 1.046058 ± 0.011001 g/ml. To validate the equations Pearson's linear correlations were used and the results were considered acceptable ($r = 0.71$ to 0.76). When comparing predicted to measured density, it was found that only the quadratic equation using 5 skinfolds by Petroski (1995) did not show any statistical difference ($t = 0.573$ to p value = 0.568). The correlation coefficient for this equation was $r = 0.74$, which is also considered acceptable. Total error was $ET = 0.0075$ g/ml and the standard error of the estimate was $EPE = 0.0066$ g/ml, both considered very good values for the validation process. These results permit the conclusion that the generalized quadratic equation by Petroski (1995), using 5 skinfolds (subscapular, triceps, suprailiac, abdominal and medial calf) is concurrently valid for estimating body density among military women.

Key words: body composition, validation, kineanthropometry.

¹ Escola de Educação Física do Exército - EsEFEx - RJ

² Universidade Castelo Branco, RJ

INTRODUÇÃO

A grande urbanização mundial, associada ao avanço tecnológico, tem contribuído para uma sociedade dominada por um estilo de vida sedentário¹. O sedentarismo parece ser um dos principais agentes causadores do excesso de gordura e aumento dos índices de morbimortalidade cardiovascular e por outras causas².

A relação entre excesso de gordura, aptidão física, saúde e desempenho esportivo³, tem gerado, ao longo dos anos, o desenvolvimento de novas técnicas de mensuração e equipamentos para facilitar a análise da composição corporal do ser humano. Cada técnica é fundamentada em um embasamento teórico próprio, o qual dá respaldo científico ao protocolo desenvolvido⁴. Fruto da importância social e larga utilização profissional, recomenda-se que os métodos preditivos de avaliação da composição corporal sejam mais específicos e apresentem uma precisão maior⁵.

Os métodos laboratoriais, mais precisos e modernos^{4,6}, são pouco utilizados para avaliar um grande número de pessoas, pois utilizam equipamentos caros, seus protocolos demandam um tempo considerável, além de necessitarem de profissionais qualificados para operá-los⁷. A busca de técnicas mais simples e econômicas faz com que vários profissionais recorram aos métodos antropométricos^{8,9}.

Os estudos de validação e desenvolvimento de equações preditivas estão, atualmente, buscando atingir uma maior diversidade de grupos étnicos e profissionais¹⁰, substituindo as equações generalizadas por específicas da população a ser atendida. Desta forma, encontramos na literatura equações preditivas para avaliar a composição corporal de negros e brancos^{11,12}, índios¹³, hispânicos¹⁴, chineses¹⁵, Sulistas do Brasil^{8,16}, obesos¹⁷, idosos¹⁸, militares¹⁹.

As equações de predição são geralmente empregadas sem uma validação prévia para a população ou amostra avaliada²⁰, fazendo com que programas de dietas e de preparação física sejam elaborados com grandes erros, podendo vir a prejudicar a saúde de quem os segue²¹. Acredita-se que a tendência da pesquisa da composição corporal no Brasil seja o desenvolvimento de novas equações de predição capazes de estimar a densidade corporal de sua população⁹ e a validação daquelas equações nacionais e estrangeiras já existentes.

O pesquisador brasileiro Petroski¹⁶ desenvolveu modelos matemáticos preditivos da densidade corporal para mulheres. Ele utilizou como variáveis predictoras medidas antropométricas com o objetivo final de fracionar o corpo em dois componentes; massa gorda e massa magra. Neste mesmo estudo procurou verificar a validade concorrente de algumas equações generalizadas estrangeiras, como as de Jackson et

al. (1980)²², para a população de Sulistas do Brasil.

As equações desenvolvidas por estas pesquisas devem ser testadas em outras regiões, em virtude do Brasil ser um país de dimensões continentais, com grande miscigenação de etnias, diferenças climáticas e culturas diversificadas, o que sugere a necessidade de novos estudos que desenvolvam equações mais específicas ou validem as generalizadas existentes para indivíduos de outras localidades²⁰. Diante de tais fatores, o objetivo deste estudo centrou-se em verificar a validade concorrente de seis equações de predição generalizadas para a estimativa da densidade corporal em mulheres militares.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A amostra (n) foi constituída por 107 mulheres militares, de qualquer posto, graduação ou função, servindo na cidade do Rio de Janeiro, com idade entre $30,48 \pm 6,40$ anos (18 a 45 anos), massa corporal de $58,60 \pm 6,99$ kg, estatura de $164,78 \pm 5,81$ cm, selecionadas de forma estratificada e por conveniência e respeitando os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos⁶.

Como critério para as mensurações referentes aos protocolos deste estudo, os indivíduos deveriam estar descalços, usando traje de banho⁷, estarem em jejum de quatro horas, não terem praticado atividade física no dia anterior, não terem ingerido bebidas alcoólicas, gaseificadas e os alimentos descritos nos protocolos dos autores citados^{19,23}, pois aumentam a produção e o acúmulo de gases provenientes da digestão, num período de 24 horas antes. Não deveriam consumir água, pelo menos quatro horas antes dos testes, e estarem com intestino e bexiga vazios. Neste momento o indivíduo estava pronto para a realização do peso submerso, o qual foi realizado na posição sentada¹⁹.

Inicialmente verificou-se a idade e se o indivíduo testado enquadrava-se nos critérios de inclusão e exclusão inerentes ao processo de pesagem hidrostática descritos por Salem¹⁹. A massa corporal (MC) foi mensurada com uma balança digital, da marca Filizola, que possui a capacidade de pesar até 150 kg e a estatura (ES) com um estadiômetro profissional, da marca Sanny.

A mensuração das seis dobras cutâneas (tríceps, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, coxa e panturrilha medial) foi realizada com um compasso, da marca Lange, de fabricação da Cambridge Scientific Industries, com escala de 1 mm e pressão constante em todas as aberturas de 10 g/mm². Foi medido um perímetro (quadril), utilizando uma fita métrica metálica, da marca Sanny, com largura de 0,5 cm e com precisão de 0,1 cm.

Após a realização das medidas antropométricas, foi estimada a densidade corporal pelo método da pesagem hidrostática (padrão ouro), realizada no

tanque do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército²⁴, e pelos métodos duplamente indiretos de predição de Jackson et al. - 3 dobras²² e Petroski¹⁶, conforme as equações originais^{16,23}.

Os critérios para a determinação do peso dentro da água seguem a seqüência de selecionar o peso mais alto observado, com precisão de 30g, caso tenha repetido mais de uma vez. Caso não seja atendido, selecionar o segundo peso mais alto observado, caso tenha repetido mais de uma vez, e assim por diante, até se conseguir o peso desejado²³.

Foi utilizado um cinto para mergulhadores com massa de 4 kg, para garantir a estabilidade do indivíduo sentado durante as pesagens. O peso do cinto foi subtraído do peso submerso, efetuando a tara da célula de carga, antes do início das pesagens¹⁹.

Após selecionado o peso hidrostático foi realizado o cálculo da densidade corporal (D)^{16,19} através da seguinte equação:

Onde: D = densidade corporal; MC = massa corporal (kg); PS = peso submerso na água em (kg); Da = densidade da água; VR = volume residual (l); 0,1 = constante de gás gastrointestinal (100 ml);

Conforme utilizado por Petroski¹⁶ e recomendado por Pollock e Wilmore²³, o volume residual (VR) foi estimado pela equação de Goldman

e Becklake²⁵, para mulheres.

$$VR = 0,009(idade) + 0,032(estatura) - 3,9$$

Onde: VR = volume residual; idade = anos; estatura = cm.

Equações selecionadas

Para avaliar a densidade corporal utilizou-se a pesagem hidrostática (PH), considerada o método padrão para avaliação da composição corporal para fracionamento em dois componentes (massa gorda e massa magra)⁴. As equações de predição da densidade corporal selecionadas de Jackson et al.²² e Petroski¹⁶ estão apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Todas as equações de predição da composição corporal devem ser validadas para determinar sua aplicabilidade e adaptação para uso em populações diversas. Para que uma equação seja considerada validada é necessário que haja uma correlação entre as densidades de 0,70 a 0,79 (aceitáveis)²⁶ ou maiores que 0,80 (muito bom)²⁶, que não haja diferenças significativas entre as densidades das variáveis estudadas ($p > 0,05$) e que o erro padrão da estimativa (EPE) apresente valores entre 0,0100 (razoável)²⁷ e 0,0045 (ideal)²⁷.

Fidedignidade

Para testar a fidedignidade das medidas, foram selecionadas, aleatoriamente, 10 mulheres da amostra, com idade entre 18 e 45 anos. Os sujeitos foram mensurados em duas ocasiões, com intervalo

Tabela 1. Equações generalizadas de Jackson, Pollock e Ward²² (3 Dobras) para estimar a densidade corporal de mulheres adultas entre 18 e 55 anos (n original = 249)

Nr	Variáveis	Modelos Matemáticos de Regressão	R	EPE
1	DC, DC ² , I	$D = 1,0994921 - 0,0009929 (X_3) + 0,0000023 (X_3)^2 - 0,0001392 (X_4)$	0,842	0,0080
2	DC, DC ² , C	$D = 1,1466399 - 0,0009300 (X_3) + 0,0000028 (X_3)^2 - 0,0006171 (X_5)$	0,851	0,0084
3	DC, DC ² , C, I	$D = 1,1470292 - 0,0009376 (X_3) + 0,0000030 (X_3)^2 - 0,0001156 (X_4) - 0,0005839 (X_5)$	0,854	0,0083

Tabela 2. Equações generalizadas de Petroski¹⁶ para estimar a densidade corporal de mulheres entre 18 e 51 anos (n original = 281)

Nr	Variáveis	Modelos Matemáticos de Regressão	R	EPE
4	DC ² , I, MC, ES	$D = 1,03091919 - 0,00048584 (X_5) + 0,00000131 (X_5)^2 - 0,00026016 (ID) - 0,00056484 (MC) + 0,00053716 (ES)$	0,854	0,0066
5	DC ² , I, MC, ES	$D = 1,02902361 - 0,00067159 (X_4) + 0,00000242 (X_4)^2 - 0,00026073 (ID) - 0,00056009 (MC) + 0,00054649 (ES)$	0,848	0,0068
6	DC ² , I, MC, ES	$D = 1,04127059 - 0,00087756 (X_3) + 0,00000380 (X_3)^2 - 0,00025821 (ID) - 0,00059076 (MC) + 0,00051050 (ES)$	0,862	0,0065

Onde: Nr = número da equação; ID = idade (anos); MC = massa corporal(kg); ES = estatura (cm); DC = dobra cutânea (mm); X₅ = Ó 5DC, subescapular + tríceps + supra-íliaca + abdominal + panturrilha medial; X₄ = Ó 4DC, subescapular + tríceps + supra-íliaca + panturrilha medial; X₃ = Ó 3DC, subescapular + supra-íliaca + coxa; EPE = erro padrão de estimativa; R = coeficiente de correlação múltipla.

entre as medidas de, no mínimo, 3 dias. Analisando as correlações, verificou-se que todas foram significativas ($p \leq 0,025$) e que seus valores foram maiores que o recomendado ($r = 0,80$)²⁷. Ao comparar-se os valores medidos, “teste t” pareado, verificou-se que as médias comparadas não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

Foram calculados os erros técnicos das medidas, intra-avaliador,

$$(ETM (absoluto)) = \sqrt{\frac{\sum di^2}{2n}};$$

$$(ETM (relativo)) = \frac{ETM}{VMV} \times 100, \text{ descritos por}$$

Pederson et al.⁷, visto que toda a coleta foi realizada pelo mesmo indivíduo.

Onde: $\sum di^2$ = somatório dos desvios elevados ao quadrado; n = número de sujeitos medidos; i = quantos forem os desvios; ETM = erro técnico da medida absoluto. VMV = média das médias parciais de cada duas medidas.

Foi verificado que todas as medidas foram aceitáveis para um antropometrista experiente (5% para dobras cutâneas e 1% para outras medidas)⁷. As mensurações da massa corporal e da densidade corporal, medida pela pesagem hidrostática, apresentaram ETM (absoluto) iguais a 0,029069 e 0,00015 e ETM (relativo) iguais a 0,0517 e 0,0114% respectivamente.

Análise dos Dados

Os dados referentes à caracterização da amostra quanto à idade, massa corporal, estatura, densidade corporal e percentual de gordura pelos modelos matemáticos de predição, foram analisados através da estatística descritiva de mínimo, máximo,

média, desvio padrão (s), e *skewness*, este último, com a finalidade de verificar a simetria das distribuições destas variáveis.

Para validação das equações foi utilizada a estatística correlacional de Pearson (r) para determinar a relação entre a densidade corporal estimada pela pesagem hidrostática e a densidade corporal estimada pelos modelos matemáticos de predição. Foi utilizada a estatística inferencial (“teste t” pareado) para verificar diferenças entre a densidade corporal estimada pela pesagem hidrostática e a densidade corporal estimada pelos modelos matemáticos de predição. Foram calculados os erros constante (EC = diferença média entre ((Dm) - (De))), erro total

$$(ET = \sqrt{\frac{\sum (Y1 - Y2)^2}{n}}); \text{ e erro padrão de estimativa}$$

$$(EPE = s\sqrt{1 - R^2}), \text{ descritos por Lohman}^{27}.$$

Onde: Dm = densidade mensurada; De = densidade estimada; Y1 = densidade estimada; Y2 = densidade medida; n = número de sujeitos; R² = coeficiente de determinação múltipla; s = desvio padrão.

RESULTADOS

Os valores descritivos da caracterização da amostra, a verificação da simetria e a normalidade das distribuições das variáveis selecionadas estão apresentados na tabela 3.

Os valores de *skewness* para cada característica antropométrica variaram entre -1 e +1, revelando uma boa simetria na distribuição da variável²⁸, exceto para as dobras da coxa (1,566) e panturrilha medial (1,027). Foi utilizado o teste K-S para verificar a normalidade da distribuição das variáveis antropométricas mensuradas, o qual revelou que todas as distribuições apresentaram normalidade para $p >$

Tabela 3. Estatística descritiva da idade e das características antropométricas, estatura, massa corporal, dobras cutâneas e circunferência da amostra estudada.

	Mínimo	Máximo	Média	s	Skewness	K-S	p
Idade (anos)	18,92	45,25	30,48	6,40	0,129	0,489	0,971
Estatura (m)	152,10	184,90	164,78	5,81	0,465	0,748	0,630
Massa Corporal (kg)	47,90	81,70	58,60	6,99	0,796	0,813	0,523
DOBRAS CUTÂNEAS							
Tríceps (mm)	8,00	38,50	19,71	5,24	0,593	0,722	0,674
Subescapular (mm)	6,60	42,00	14,48	6,12	1,939	1,484	0,024
Supra-iliaca (mm)	3,50	45,50	20,86	7,31	0,331	0,737	0,650
Abdominal (mm)	7,10	33,50	19,16	5,69	0,163	0,550	0,923
Coxa (mm)	12,40	70,00	27,92	8,10	1,566	0,810	0,529
Panturrilha medial (mm)	7,50	37,00	17,79	5,78	1,027	1,117	0,165
CIRCUNFERÊNCIA							
Quadril (cm)	88,60	113,50	96,92	5,23	0,993	1,264	0,082

Onde: p = probabilidade da normalidade do teste de Kolmogorov-Smirnov – K-S; s = desvio padrão.

0,05.

Os valores descritivos das densidades corporais, estimadas pela pesagem hidrostática e por cada equação preditiva, juntamente com a verificação da simetria e normalidade das distribuições, estão apresentadas na tabela 4.

Além dos valores das densidades corporais estimadas terem apresentado uma boa simetria em suas distribuições, o teste K-S verificou que todas as distribuições das variáveis selecionadas apresentaram distribuição normal para $p > 0,05$.

Foram realizados os testes estatísticos referentes ao procedimento de validação²⁷, cujos resultados estão apresentados na tabela 5.

DISCUSSÃO

Modificações no estado psicológico dos sujeitos, capazes de apresentar influências somáticas e psicossomáticas durante a execução dos testes são capazes de alterar os resultados. Foram limitações

deste estudo, a impossibilidade de realizar uma tomografia computadorizada para verificar os compartimentos corporais como a massa gorda, massa óssea e massa muscular²⁹, a impossibilidade de avaliar o nível de hidratação (refratômetro ou hemograma) e a impossibilidade de mensurar diretamente o volume residual.

Os valores dos testes estatísticos referentes ao processo de validação, densidade corporal média, desvio-padrão, correlação de Pearson, "teste t" pareado, EC, ET e EPE das equações generalizadas selecionadas estão apresentados na tabela 5.

O primeiro critério para análise da validação foi a verificação da correlação das densidades preditas pelas equações generalizadas selecionadas com a densidade medida pela pesagem hidrostática. Os resultados do teste correlação de Pearson foram aceitáveis para todas as equações testadas, tendo seus valores variado entre $r = 0,71$ e $0,76$. Os resultados permitiram a continuidade das equações no processo de validação.

Tabela 4. Estatística descritiva das densidades corporais estimadas pelas equações de predição selecionadas e pela pesagem hidrostática.

Nr	Equação	Mínimo (g/ml)	Máximo (g/ml)	Média (g/ml)	s (g/ml)	Skew	K-S	p
	PH	1,020475	1,076880	1,046059	0,011015	0,296	0,637	0,812
1	Jackson	1,002921	1,065261	1,038712	0,011264	-0,233	0,645	0,799
2	Jackson	1,004828	1,063386	1,037098	0,011111	-0,282	0,598	0,867
3	Jackson	1,008449	1,063503	1,037658	0,010634	-0,188	0,533	0,939
4	Petroski	1,022166	1,065403	1,045516	0,008325	-0,063	0,519	0,951
5	Petroski	1,019442	1,064691	1,043119	0,008405	-0,067	0,392	0,998
6	Petroski	1,019657	1,063448	1,043695	0,008899	0,023	0,639	0,810

Onde: Nr – número da equação; Skew – skewness; s – desvio padrão; PH – pesagem hidrostática; p = probabilidade da normalidade do teste K-S; Jackson – Jackson et al. (1980), 3 dobras; Petroski – Petroski (1995);

Tabela 5. Análise de validação entre as densidades preditas pelas equações generalizadas selecionadas com a densidade estimada pela pesagem hidrostática.

Autor	n	r	p	t	p	Dens (g/ml)	s (g/ml)	EC (g/ml)	ET (g/ml)	EPE (g/ml)
Jackson 3	107	0,722	0,001	9,139	0,001	1,03871	0,01126	-0,0073	0,0111	0,0080
Jackson 3	107	0,713	0,001	11,061	0,001	1,03710	0,01111	-0,00896	0,0122	0,0084
Jackson 3	107	0,722	0,001	10,754	0,001	1,03766	0,01063	-0,0084	0,0116	0,0083
Petroski	107	0,741	0,001	0,573	0,568	1,04552	0,00832	-0,0005	0,0075	0,0066
Petroski	107	0,758	0,001	4,014	0,001	1,04312	0,00841	-0,0029	0,0078	0,0068
Petroski	107	0,708	0,001	2,903	0,005	1,04370	0,00890	-0,0024	0,0083	0,0065

Onde: Nr – número da equação; Dens – média das densidades preditas pelas equações; Densidade da pesagem hidrostática = $1,046058 \pm 0,01102$ g/ml; s – desvio - padrão; EC - erro constante; ET – erro total; EPE – erro padrão da estimativa.

O segundo critério analisado foi a comparação entre as densidades preditas com a densidade medida²⁷. O resultado do “teste t” pareado, para todas as comparações, apresentou diferenças significativas entre as médias das densidades para as equações generalizadas selecionadas ($p < 0,05$), exceto para a equação de número 4, onde $t = 0,573$, para $p = 0,568$, não havendo diferença significativa entre as médias desta comparação. Diante deste resultado esta equação tornou-se a única com possibilidade de validação.

Os resultados negativos do EC revelaram que todas as equações selecionadas subestimaram a densidade corporal predita em relação a densidade corporal medida pela pesagem hidrostática. Os valores de ET, referentes à real diferença entre as densidades preditas e medidas, foram classificados como “bom”²⁷ para as equações de número 4, 5 e 6 e como “ruim”²⁷ para as de número 1, 2 e 3. Os valores do EPE, referentes às regressões das equações originais, foram classificados como “muito bom”²⁷ para as equações de números 4, 5 e 6, como “bom”²⁷ para a de número 1 e como “razoavelmente bom”²⁷ para as de números 2 e 3.

Analisando a validação da equação número 4, verificou-se na tabela 5 que os valores dos desvios padrões da densidade corporal medida pela pesagem hidrostática ($s = 0,011015$ g/ml) e da predição pela equação número 4 ($s = 0,008320$ g/ml), diferem-se em $0,00365$ g/ml, sendo o resultado estimado menor que o resultado mensurado. Ao aplicar o “teste t” pareado, para comparar os desvios padrões, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias dos desvios ($t = -22,849$, para $p = 0,001$), indicando que a distribuição da amostra da equação número 4 não está representada em toda a amplitude da distribuição da densidade corporal medida pela pesagem hidrostática, gerando limitações na predição da densidade corporal de indivíduos muito gordos (hipoestimação) e muito magros (superestimação)²⁰.

Quanto aos erros calculados (EC e ET), verificou-se que o EC ($-0,0005$ g/ml) apresentou uma diferença muito pequena entre as médias da densidade corporal predita e a densidade corporal medida. O resultado do ET ($0,0075$ g/ml) foi maior que o EPE, porém preenche satisfatoriamente os critérios de validação²⁷.

As equações generalizadas de 3 dobras de Jackson et al. (1980)²² selecionadas, apresentaram, ou um EC não satisfatório, ou uma diferença significativa entre as médias das densidades corporais preditas e a média da densidade medida pela pesagem hidrostática ($p < 0,05$), ou ambos os critérios. Diante de tais resultados, verificou-se que estas equações não atenderam aos critérios de validação. As equações de números 5 e 6 de Petroski¹⁶ apresentaram diferença significativa entre as médias das densidades corporais preditas e a média da densidade medida pela pesagem hidrostática ($p < 0,05$). A única equação generalizada

validada foi a de número 4 de Petroski¹⁶, pois atendeu de forma aceitável a todos os critérios exigidos pelo processo de validação.

CONCLUSÕES

Da análise dos resultados verificou-se que a densidade corporal medida pela pesagem hidrostática para mulheres militares foi de $1,046058 \pm 0,011015$ g/ml. As equações generalizadas de 3 dobras de Jackson et al. (1980)²² selecionadas, juntamente com as equações de números 5 e 6 de Petroski¹⁶ não possuem validade concorrente para a predição da densidade corporal de mulheres militares desta amostra. A única equação generalizada selecionada que apresentou validade concorrente aceitável para estimar a densidade corporal de mulheres militares foi a quadrática de número 4 de Petroski¹⁶, constituída pelo somatório de 5 dobras cutâneas (subescapular, tríceps, supra-iliaca, abdominal e panturrilha medial), idade, massa corporal e estatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Åstrand P-O. “Why exercise?” *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(2):153-162.
2. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. In physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6):S379-S399.
3. American College of Sports Medicine (ACSM) Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-991.
4. Monteiro ABMC. Correlação e comparação das técnicas de análise da composição corporal em mulheres militares do Exército Brasileiro. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Motricidade Humana]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Castelo Branco; 2003.
5. Katch FI, Katch VL. Measurement and prediction errors in body composition assessment and the search for the perfect prediction equation. *Res Q Exerc Sport* 1980;51(1):249-260.
6. Salem M. Desenvolvimento e validação de equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército, a partir de variáveis antropométricas. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Motricidade Humana]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Castelo Branco; 2003.
7. Norton K, Olds T. Antropométrica. Rosário – Argentina: Biosystem Servicio Educativo; 2000.
8. Guedes DP, Sampedro RMF. Tentativa de validação de equações de para predição dos valores de densidade corporal com base nas espessuras de dobras cutâneas em universitários. *Rev Bras Ciênc Esp* 1985;6(3):182-191.
9. Petroski EL, Pires-Neto CS. Validação de Equações Antropométricas para a Estimativa da Densidade Corporal em Mulheres. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 1995;1(2):65-73.

10. Marques MB, Heyward V, Paiva CE. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Ciênc Mov.* 2000; 8(4):14-20.
11. Stanforth PR, Jackson AS, Green JS, Gagnon J, Rankinen T, Després JP et al. Generalized abdominal visceral fat prediction models for black and white adults aged 17-65y: the heritage family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28(7):925-32.
12. Kanaley JA, Giannopoulou I, Tillapaugh-Fay G, Nappi JS, Ploutz-Snyder LL. Racial differences in subcutaneous and visceral fat distribution in postmenopausal black and white women. *Metab* 2003;52(2):186-91.
13. Hicks VL, Stolarkzyc LM, Heyward VH, Baumgartner RN. Validation of near infrared interactance and skinfold methods for estimating body composition of American Indian women. *Med Sci Sports Med* 2000;32(2):531-9.
14. Wilmerding V. Predictive accuracy of bioimpedance equations in estimating fat-free mass of Hispanic women. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(10):1450-6.
15. Yao M, Roberts SB, Ma G, Pan H, McCrory MA. Field methods for body composition assessment are valid in healthy chinese adults. *J Nutr* 2002;132(2):310-7.
16. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
17. Evans EM, Arngrimsson SA, Cureton KJ. Body composition estimates from multicomponent models using BIA to determine body water. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(5):839-845.
18. Westphal AB, Mast M, Eichhorn C, Becker C, Kutzner D, Heller M et al. Validation of air-displacement plethysmography for estimation of body fat mass in healthy elderly subjects. *Eur J Nutr* 2003;42:207-16.
19. Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército Brasileiro. *Rev Bras Med Esp* 2004; 10(6): Mai/Jun.
20. Glaner MF, Rodriguez-Añes CR. Validação de procedimentos antropométricos para estimar a densidade corporal e percentual de gordura em militares masculinos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 1999;1(1):24-29.
21. Salem M, Monteiro ABMC, Fernandes Filho J, Pires Neto C S. Fidedignidade de variáveis antropométricas e da composição corporal pelo peso hidrostático de militares femininas do Exército Brasileiro. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2003;8:45-51.
22. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized Equations for Predicting Body Density of Women. *Med Sci Sports Exerc* 1980;(12):75-82.
23. Pollock ML, Wilmore JH. *Exercícios na Saúde e na Doença*. 2ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
24. Salem M, Monteiro ABMC, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. A composição corporal através da técnica da pesagem hidrostática. *Rev Ed Fis* 2003;127: 20-8.
25. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory Function Tests: Normal Values of Medium Altitudes and the Prediction of Normal Results. *Am Rev Respir Dis* 1959;79:457-467.
26. Fernandes Filho J. *A Prática da Avaliação Física*. 2.ed. Rio de Janeiro: SHAPE; 1999.
27. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Monograph Number 3. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1992.
28. Morrow Jr JR, Jackson AW, Disch JG, Mood DP. *Medida e Avaliação do Desempenho Humano*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
29. Wajchenberg BL. Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome. *Endocrine Reviews* 2000;21(6):697-738.

Endereço para correspondência

Marcelo Eduardo de Almeida Martins
Av. Duque de Caxias, n.2947, Bl 16, apto 202
Deodoro – Vila Militar – Rio de Janeiro – RJ.
CEP: 21615 220
e-mail: marceloeduardo@click21.com.br

Recebido em 19/05/05
Revisado em 04/07/05
Reapresentado em 12/09/05
Aprovado em 16/09/05