



Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército Brasileiro

Marcelo Salem¹, José Fernandes Filho² e Cândido Simões Pires Neto³

RESUMO

Este estudo teve por objetivo desenvolver e validar equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército Brasileiro, com idade entre 18 e 45 anos, servindo na cidade do Rio de Janeiro, a partir de variáveis antropométricas. Para tanto, participaram deste estudo 100 mulheres militares que foram divididas em dois grupos: o grupo de regressão ($n = 80$), utilizado para o desenvolvimento das equações, e o grupo de validação ($n = 20$), para validação das mesmas. Foram realizadas as medidas de 10 dobras cutâneas, 10 perímetros, três diâmetros, massa corporal (MC), estatura e densidade corporal (D) através do método da pesagem hidrostática. Para o desenvolvimento das equações, foi realizada a análise de regressão *Stepwise* e, para sua validação, foram realizados os cálculos do coeficiente de correlação linear de Pearson ($p \leq 0,05$), teste *t* de Student para comparação entre médias ($p \leq 0,05$), cálculo do erro constante (EC), cálculo do erro técnico (ET) e erro padrão da estimativa (EPE). Os sujeitos apresentaram as características descritas a seguir: grupo de regressão, com idade de $30,54 \pm 6,53$ anos, estatura de $165,05 \pm 5,95$ cm, MC de $58,71 \pm 6,68$ kg e D de $1,045620 \pm 0,00876$ g/ml; grupo de validação, com idade de $31,08 \pm 6,84$ anos, estatura de $164,21 \pm 5,49$ cm, MC de $58,88 \pm 7,88$ kg e D de $1,043877 \pm 0,01117$ g/ml. Após a análise de regressão e seguindo os critérios de escolha, foram desenvolvidas 10 equações, com R entre 0,681 e 0,822 e EPE entre 0,00516 e 0,00652g/ml. As equações foram validadas^(1,2) utilizando como variáveis dobras cutâneas, perímetros e diâmetros, sendo destinadas a estimar a D de mulheres militares do Exército, com idade entre 18 e 45 anos.

RESUMEN

Desarrollo y validación de ecuaciones antropométricas específicas para la determinación de la densidad corporal de mujeres militares del Ejército Brasileiro

Este estudio tiene por objetivo desarrollar y validar ecuaciones específicas para la determinación de la densidad corporal en mujeres militares del Ejército Brasileiro, con edades entre los 18 y los 45 años, sirviendo en la ciudad de Rio de Janeiro, a partir de variables antropométricas. Por lo tanto, participaron de este estudio 100 mujeres militares que fueron divididas en dos grupos: el grupo de regresión ($n = 80$), utilizado para el desarrollo de las ecuaciones, y el grupo de validación ($n = 20$), para validación de las mismas. Fueron realizadas las medidas de 10 pliegues cutáneos, 10 perí-

Palavras-chave: Mulheres militares. Antropometria. Densidade corporal. Equações de regressão. Validação.

Palabras-clave: Mujeres militares. Antropometria. Densidad corporal. Ecuaciones de regresión. Validación.

metros, tres diámetros, masa corporal (MC), estatura y densidad corporal (D) a través del método de pesaje hidrostático. Para el desarrollo de las ecuaciones, fué realizado un análisis de regresión *stepwise* y, para su validación, fueron realizados los cálculos del coeficiente de correlación lineal de Pearson ($p \leq 0,05$), test *t* de Student para comparación entre medias ($p \leq 0,05$), cálculo del error constante (EC), cálculo del error técnico (ET) y error padrón de la estimativa (EPE). Los sujetos presentaron las características descritas siguientes: grupo de regresión, con edad de $30,54 \pm 6,53$ años, estatura de $165,05 \pm 5,95$ cm, MC de $58,71 \pm 6,68$ kg y D de $1,045620 \pm 0,00876$ g/ml; grupo de validación, con edad de $31,08 \pm 6,84$ años, estatura de $164,21 \pm 5,49$ cm, MC de $58,88 \pm 7,88$ kg y D de $1,043877 \pm 0,01117$ g/ml. Después del análisis de regresión y siguiendo los criterios de inclusión, fueron desarrolladas 10 ecuaciones, con R entre 0,681 y 0,822 y EPE entre 0,00516 e 0,00652 g/ml. Las ecuaciones fueron validadas^(1,2) utilizando como las variables pliegues cutáneos, perímetros e diámetros, siendo destinados a estimar la D de mujeres militares del Ejército, con edades entre 18 y 45 años.

INTRODUÇÃO

A carreira militar exige de seus profissionais uma condição física mínima, suficiente para o desempenho de funções militares específicas em tempo de paz e de guerra⁽³⁾, fazendo com que as mulheres que optaram pela carreira das armas precisem manter a saúde e a forma física constantemente.

A composição corporal tem sido usada como parâmetro para vários segmentos da atividade física, saúde e desempenho profissional e é de suma importância que seja calculada corretamente.

O Exército Brasileiro, apesar de ser uma das mais antigas instituições do nosso país, somente há alguns anos tem admitido mulheres em seus quadros. Com a inclusão do segmento feminino, vem crescendo o interesse por sua composição corporal, tendo em vista as peculiaridades das missões desempenhadas, que têm na MC um fator delimitante ou não⁽³⁾.

Devido à relevância das áreas de seu emprego, torna-se necessária a utilização correta das técnicas de medição e das fórmulas para o cálculo dos componentes julgados necessários, de acordo com os objetivos da avaliação.

Informações associadas à composição corporal são de fundamental importância na orientação dos programas de controle do peso corporal⁽⁴⁾ e se tornam mais importantes, ainda, quando relacionados ao que temos de mais precioso: a saúde⁽⁵⁾.

Um dos parâmetros exigidos no Manual do Treinamento Físico Militar (C20-20), utilizado no Exército Brasileiro para normatizar a atividade física dos militares, é a quantidade de gordura corporal⁽³⁾.

1. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército – RJ.

2. Universidade Castelo Branco – RJ.

3. Universidade Tuiuti do Paraná – PR.

Recebido em 10/10/03. 2ª versão recebida em 16/3/04. Aceito em 18/3/04.

Endereço para correspondência: Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, Av. João Luis Alves, s/nº, Fortaleza de São João, Urca – 22291-120 – Rio de Janeiro, RJ. E-mail: marcelosalem@uol.com.br

Entretanto, existe, por parte das militares do segmento feminino, uma grande dificuldade na manutenção da percentagem de gordura aceitável para os padrões militares, em virtude da falta de uma adequada mensuração desse parâmetro, já que praticamente inexistem estudos a respeito, pois a maioria dos métodos utilizados foram desenvolvidos a partir de populações específicas diferentes dos sujeitos deste estudo.

Atualmente, o valor da massa corporal (MC), como um todo, não é mais usado como referencial, já que pessoas com mesma área corporal, MC, estatura, idade e gênero podem apresentar tecidos com quantidades diferentes. Por isso, uma avaliação precisa e criteriosa do quanto significa a proporção de cada componente faz-se necessária.

Alguns métodos de laboratório bem sofisticados são utilizados, hoje em dia, para estimar a gordura corporal⁽⁶⁾, dentre eles o da condutividade elétrica total do corpo⁽⁷⁾, o ultra-sônico e o do *scanner* com raios infravermelhos.

Além dos métodos acima citados, podemos encontrar também a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), a bioimpedância elétrica, a densitometria, a pletismografia, a hidrometria, a espectrometria, a ultra-sonografia, a tomografia computadorizada, a ressonância magnética, a ativação de nêutrons, a interatância de raios infravermelhos, a antropometria, a excreção de creatinina, a creatinina sérica, a absorção fotônica, a radiografia e a 3-metil-histidina urinária⁽⁶⁾.

Apesar da disponibilidade de uma variedade de métodos bem precisos e modernos, seus usos não são recomendados para avaliar um grande número de pessoas, pois utilizam equipamentos caros, gastam um tempo considerável e necessitam de profissionais altamente qualificados⁽⁶⁾.

A busca de técnicas mais simples e bem mais econômicas fez com que vários profissionais procurassem uma solução prática e menos dispendiosa nos métodos antropométricos, que preconizam as medidas de dobras cutâneas, perímetros musculares e diâmetros ósseos, realizados fora dos laboratórios⁽⁹⁾.

As informações antropométricas são valiosas no que se refere à predição e estimação dos vários componentes corporais, no crescimento, desenvolvimento e envelhecimento⁽¹⁰⁾.

Existem várias vantagens no uso da técnica antropométrica⁽⁹⁾, entre elas: a boa relação das medidas antropométricas com a densidade corporal obtida através dos métodos laboratoriais; o uso de equipamentos de baixo custo financeiro; a facilidade e rapidez na coleta de dados; e a não-invasividade do método.

Ainda hoje, a pesagem hidrostática (PH) tem sido considerada como o método de laboratório não-invasivo mais aceito para os estudos da composição corporal⁽¹¹⁾ e que, mesmo após todas as adaptações que o método original já sofreu, é, ainda hoje, considerado o procedimento padrão em muitos laboratórios, com aplicação na aptidão física, nutrição e controle de peso.

Para que se possa estimar a densidade corporal (D) e a percentagem de gordura (%G), fracionando-se, assim, a composição corporal, equações de predição devem ser utilizadas para que, a partir das medidas antropométricas, se possa calcular a massa corporal (MC) em massa gorda (MG) e massa corporal magra (MCM).

Acredita-se que a tendência da pesquisa da composição corporal no Brasil seja o questionamento, o desenvolvimento e a identificação das equações que devam ser utilizadas para a estimativa da D da população brasileira⁽¹²⁾. Convém salientar que Petroski, em 1995, validou, para ambos os sexos, várias equações desenvolvidas no exterior.

Existem dois tipos de equações de predição para o fracionamento da composição corporal: as equações generalizadas e as específicas⁽⁶⁾.

As equações generalizadas são desenvolvidas utilizando grandes amostras heterogêneas de idade, gordura corporal e aptidão física, como as de Petroski, desenvolvidas em 1995⁽¹²⁾. Equações específicas são equações desenvolvidas a partir de populações

homogêneas, como as de Guedes, desenvolvidas em 1985⁽⁴⁾, as de Carvalho e Pires Neto em 1998⁽¹³⁾, as de Rodrigues Añes e Pires Neto em 1999⁽¹⁴⁾.

A principal vantagem de uma equação específica, quando aplicada à sua população de origem, é a acuracidade⁽⁶⁾. Já não podemos dizer o mesmo quando uma equação específica é utilizada para sujeitos com características diferentes da população que a gerou.

Assim sendo, este estudo teve por objetivo desenvolver e validar equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército, servindo na cidade do Rio de Janeiro, a partir de variáveis antropométricas.

MÉTODOS

A amostra foi constituída por 100 mulheres militares do Exército Brasileiro, independente de posto ou graduação, da cidade do Rio de Janeiro (RJ), divididas em dois grupos: um chamado de grupo de regressão (GR), composto por 80 mulheres militares avaliadas (80% da amostra), sendo os dados destas utilizados para o desenvolvimento das equações, e o outro chamado de grupo de validação, constituído por 20 mulheres militares avaliadas (20% da amostra), sendo os dados destas utilizados para validar as equações desenvolvidas⁽¹⁵⁾.

O presente estudo atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10/10/1996, e foi aprovado pelo Comitê de Ética da UCB – RJ.

Todos os participantes do trabalho assinaram o Termo de Participação Consentida e as Organizações Militares às quais pertencem os sujeitos deste estudo receberam um Termo de Informação.

Todos os sujeitos foram voluntários, gozando de boa saúde, e atenderam os critérios de inclusão e exclusão.

A coleta de dados deste estudo realizou-se na seguinte ordem:

- 1) Anamnese;
- 2) Medida da massa e da estatura corporal;
- 3) Medida da espessura das seguintes dobras cutâneas^(16,17): peitoral (PE), bíceps (BI), tríceps (TR), subescapular (SE), axilar média (AXM), supra-iliaca oblíqua (SIO), supra-espinal (SESP), abdominal vertical (ABV), coxa medial (CXM) e panturrilha medial (PAM);
- 4) Medida dos seguintes perímetros (P) corporais^(16,17): pescoço (PPESC), antebraço (PANB), braço relaxado (PBREL), braço contraído (PBCON), tórax (PTRX), cintura (PCINT), abdominal umbilical (PABU), quadril (PQUAD), coxa (PCOXA) e panturrilha (PPAN);
- 5) Medida de três diâmetros ósseos^(16,17): biepicondiliano do fêmur (DBF), biepicondiliano do úmero (DBU) e biestiloidal (DBI);
- 6) Medida da densidade corporal através da pesagem hidrostática, na qual os sujeitos foram mensurados descalços, usando roupa de banho apropriada para a prática de natação⁽⁶⁾;

Os materiais e procedimentos utilizados neste estudo foram os seguintes^(8,9,16,17):

Cálculo da densidade corporal (D) – partindo da fórmula convencional MC/volume, a D foi determinada através da seguinte equação⁽⁶⁾:

$$D \text{ (g/ml)} = \frac{MC}{[(MC - PS)/Da] - (VR + 100)}$$

- onde: D = densidade corporal
MC = massa corporal em kg
PS = MC com o corpo submerso na água em kg
Da = densidade da água
VR = volume residual em litros
0,1 = constante de gás gastrointestinal (100ml)

Volume residual (VR) – o VR foi medido por estimativa⁽¹⁸⁾, considerando a idade e a estatura:

Mulheres: $VR = 0,009$ (idade, anos) + $0,032$ (estatura, cm) - 3,9.
Percentual de gordura (%G) - o %G foi determinado através da equação de: $\%G = (495/D) - 450^{(19)}$.

Massa gorda (MG, kg) - a MG foi obtida multiplicando-se a massa corporal pela fração do percentual de gordura⁽⁹⁾: $MG = MC (100/\%G)$.

Massa corporal magra (MCM, kg) - a MCM foi estimada subtraindo a MG da massa corporal⁽⁹⁾: $MCM = MC - MG$.

O equipamento utilizado para a pesagem hidrostática foi um tanque, de formato quadrado 120 x 120cm, com 190cm de altura, construído em alvenaria e azulejado por dentro, com 30cm de espessura, sendo que a parte frontal do tanque possui um visor de vidro de marca *Blindex*, laminado, de 30mm de espessura, possuindo uma forma retangular de 50cm largura e 60cm de altura para comunicação visual entre o avaliado e o avaliador⁽²⁰⁾.

O tanque foi mantido com a água a uma altura de 150cm, com a temperatura da água conservada a 36°C.

Uma cadeira construída em tubo de PVC foi presa a uma célula de carga, com mostrador IDSI de marca FILIZOLA, de capacidade para 50kg e com precisão de 10g⁽²⁰⁾.

Um cinto de mergulhador com 4kg foi colocado em volta da cintura do avaliado para garantir a estabilidade durante as pesagens⁽²¹⁾. O peso do cinto foi subtraído da MC submersa, efetuando a tara da célula de carga antes do início das pesagens.

Para as medidas de diâmetros ósseos, foi utilizado um paquímetro *Mitutoyo*, de fabricação japonesa, adaptado com hastes de 15cm, com precisão de 0,01mm.

Para a medida da massa corporal, foi utilizada uma balança digital, de marca *Filizola*, de fabricação brasileira, com capacidade para 150kg e precisão de 100g.

Para as medidas de dobras cutâneas, utilizou-se um compasso Lange, de fabricação da Cambridge Scientific Industries, com escala de 1mm e pressão constante em todas as aberturas de 10g/mm².

Para as medidas dos perímetros, foi utilizada uma fita métrica metálica, de fabricação brasileira, vendida pela empresa Sanny, com largura de 0,5cm e com precisão de 0,1cm.

Primeiramente, os dados coletados foram analisados através da estatística descritiva para estabelecer os perfis tanto do GR quanto do GV⁽⁹⁾. Em um segundo momento, foi utilizada a correlação de Pearson para determinar a relação entre a D determinada através da pesagem hidrostática e as medidas antropométricas (massa, estatura, dobras cutâneas, perímetros e diâmetros), bem como a idade cronológica⁽²²⁾. Em um terceiro momento, foi realizada uma série de somatórios de dobras cutâneas, perímetros e diâmetros, associados ou não a outras variáveis, para determinar de que maneira os somatórios melhoraram a correlação com a densidade medida diretamente pela pesagem hidrostática⁽¹²⁾.

A análise de regressão *Stepwise* foi utilizada para desenvolver as equações específicas para a estimativa da densidade⁽²²⁾. A variável dependente (critério) foi a D determinada hidrostaticamente e as variáveis independentes (preditoras) foram as medidas antropométricas, combinações e somatórios de variáveis que atingiram a mais alta correlação⁽²³⁾.

A análise de regressão foi realizada nos seguintes estágios⁽²⁾:

- 1) Para dobras, perímetros e diâmetros isoladamente;
- 2) Com as dobras e seus quadrados, perímetros e seus quadrados, diâmetros e seus quadrados;
- 3) Da mesma forma anterior, só que associada à idade, massa corporal e estatura;
- 4) Combinando dobras e perímetros, dobras e diâmetros e perímetros e diâmetros, todos associados a idade, massa e estatura;
- 5) Todas as variáveis juntas;
- 6) Usando combinações de dobras cutâneas e perímetros que obtiveram maior R quando tratados de forma individual;

7) Utilizando várias combinações de dobras, perímetros e diâmetros, com R alto e menor número de variáveis, com seus quadrados e, ainda, somando-se a idade, massa e estatura para se verificar se o R aumentava;

8) Utilizando combinações mistas de dobras, perímetros e diâmetros, para se verificar o aumento do R;

9) Combinando os somatórios mistos com a idade, massa e estatura;

10) Incluiu-se o termo quadrático e logarítmico nos diferentes somatórios.

A validação das equações desenvolvidas foi realizada através da utilização de uma amostra correspondente a 20% do número de indivíduos mensurados e escolhidos randomicamente (amostra de validação) e que não participaram do desenvolvimento das equações⁽¹⁵⁾.

As análises de validação^(1,9) foram realizadas através da determinação dos seguintes cálculos: correlação múltipla ($R > 0,80$), teste t pareado ($t < t$ crítico e $p < 0,05$), erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão de estimativa⁽²⁴⁾ (EPE) ($EPE < 0,0080$).

A seleção dos modelos foi realizada de acordo com os seguintes critérios^(2,9):

- 1) Significância parcial das variáveis;
- 2) Menor EPE;
- 3) Maior coeficiente de correlação múltipla;
- 4) Praticidade do modelo;
- 5) Menor número de variáveis independentes.

RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizadas 100 mulheres militares do Exército, servindo na cidade do Rio de Janeiro, divididas em dois grupos: o de regressão ($n = 80$) e o de validação ($n = 20$)⁽¹⁵⁾.

Os valores descritivos da idade, estatura, massa corporal total (MCT), densidade corporal (D) e percentagem de gordura (%G) são apresentados na tabela 1.

TABELA 1
Valores descritivos dos grupos de regressão e validação

	N	Mínimo	Máximo	$\bar{x} \pm s$
Grupo de regressão				
Idade (anos)	80	18,92	45,25	30,54 \pm 6,53
Estatura (cm)	80	152,10	184,90	165,05 \pm 5,95
MC (kg)	80	48,10	79,00	58,71 \pm 6,68
D (g/ml)	80	1,027583	1,063440	1,045620 \pm 0,00876
%Gordura (%G)	80	15,47	31,71	23,44 \pm 3,97
Grupo de validação				
Idade (anos)	20	19,42	42,58	31,08 \pm 6,84
Estatura (cm)	20	156,50	173,00	164,21 \pm 5,49
MC (kg)	20	49,20	81,70	58,88 \pm 7,88
D (g/ml)	20	1,026236	1,062773	1,043877 \pm 0,01117
%Gordura (%G)	20	15,76	32,35	24,25 \pm 5,07

Com o objetivo de desenvolver equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército a partir de variáveis antropométricas, foram mensuradas 10 dobras cutâneas, 10 perímetros e três diâmetros, que foram correlacionados com a densidade corporal para que pudessem ser incluídos como variáveis independentes nas equações desenvolvidas por este estudo. Os valores descritivos das medidas antropométricas do grupo de regressão são apresentados na tabela 2.

Para a escolha das variáveis independentes que foram analisadas pela regressão, testou-se, primeiramente, a correlação das

variáveis, individualmente, para, depois, testar as mesmas variáveis elevadas ao quadrado e, após isso, as combinações entre todas elas, juntamente com a idade, estatura e massa corporal.

Após o teste de correlação individual das variáveis, o teste de correlação múltipla (R) foi realizado através da regressão com a opção *Stepwise*, primeiramente, para verificar quais variáveis foram escolhidas para participar das equações; depois de saber quais eram essas variáveis, foi utilizada a opção *Backward* para verificar quais os maiores R e com que combinação de variáveis.

Cabe ressaltar que, quando se combinam variáveis individualmente, o resultado das correlações com um R alto usa um número grande de variáveis e isso torna inviável a montagem das equações, pois elas ficariam com um R alto, com um EPE baixo, mas ficariam impraticáveis pelo número excessivo de cálculos a serem realizados para a estimativa da composição corporal. Para tanto, foi realizada a regressão *Backward*, para que se pudesse ter uma orientação de como se poderiam montar somas de variáveis para entrar na equação como uma variável só.

Apesar de as combinações utilizando várias dobras cutâneas, perímetros e diâmetros terem obtido com R alto, sua utilização contrariou um dos objetivos deste estudo, que foi a montagem de

equações mais práticas e simples para a estimativa da densidade corporal. Por isso, com o resultado da regressão *Backward*, pôde-se ter uma orientação de quais variáveis poderiam ser somadas para, novamente, ser aplicada a regressão e verificar o aumento de R, mas, como o número de variáveis a serem somadas ainda era muito grande e estava comprometendo a praticidade das equações, resolveu-se testar novamente as melhores combinações com menor número de variáveis, associando-se os resultados da regressão *Stepwise* com a *Backward* e aplicando-se a regressão novamente para poder verificar qual o menor número de variáveis que originariam um maior R e, a partir daí, utilizar o somatório destas variáveis na regressão para verificar se a correlação não diminuiria, pois, com isso, poderíamos montar equações com um bom R, baixo valor de EPE e com menor número de variáveis, o que aumentaria a praticidade.

Na tabela 3, são apresentados alguns somatórios que foram escolhidos por possuírem menor número de variáveis envolvidas, ou seja, serem mais simples e apresentarem correlação significativa $p \leq 0,01$ com a D. Vários somatórios foram analisados e, como não apresentaram correlação significativa ou possuíam um maior número de variáveis envolvidas, foram descartados como variáveis no momento de montagem das equações.

Após a escolha de quais variáveis deveriam ser analisadas para a montagem das equações, a regressão *Stepwise* foi utilizada com diferentes combinações de variáveis para, cada vez mais, tentar um valor alto de R e um menor valor do EPE.

Para a montagem das equações, foram testadas combinações de dobras cutâneas e perímetros, diâmetros, ID, EST e MC; dobras cutâneas, perímetros e diâmetros; dobras cutâneas e perímetros; perímetros e diâmetros; dobras cutâneas e diâmetros; somente perímetros e somente dobras cutâneas.

Para se chegar às combinações de variáveis que poderiam ser usadas nas equações desenvolvidas neste estudo, utilizou-se a regressão *Stepwise* primeiramente utilizando-se as variáveis mais significativas para a montagem das equações, isto é, os grupos de variáveis que foram selecionadas na regressão *Stepwise*, e as combinações que apareceram com menor número de variáveis e mantendo o valor de R consideravelmente alto.

Dobras (mm)	Grupo de regressão (N = 80)			Grupo de validação (N = 20)		
	Mín	Máx	$\bar{x} \pm s$	Mín	Máx	$\bar{x} \pm s$
PE	4,00	26,50	12,09 ± 4,5	5,00	26,00	11,90 ± 6,07
BI	2,80	21,00	9,19 ± 3,6	4,50	18,50	9,72 ± 4,03
TR	12,00	38,50	20,06 ± 4,7	8,10	32,00	19,44 ± 5,74
SE	7,00	34,00	14,38 ± 5,1	7,00	42,00	14,86 ± 7,72
AXM	5,00	23,50	10,32 ± 3,9	4,50	31,00	10,94 ± 6,99
SIO	6,20	39,00	21,56 ± 6,7	3,50	45,50	19,28 ± 8,97
SES	5,50	25,10	13,17 ± 4,3	7,10	22,00	12,17 ± 4,03
ABV	7,10	33,00	19,61 ± 5,4	9,50	33,50	19,03 ± 6,16
CXM	12,40	46,00	27,70 ± 6,4	13,00	51,00	28,46 ± 8,65
PAM	9,50	37,00	17,54 ± 5,4	11,00	31,00	19,34 ± 5,29
Perímetros (cm)						
PPESC	28,60	35,50	31,39 ± 1,6	29,20	34,90	31,65 ± 1,78
PPAN	20,50	26,40	23,12 ± 1,2	21,30	26,00	23,50 ± 1,41
PBREL	22,60	31,60	26,42 ± 1,9	23,90	33,20	26,70 ± 2,30
PBCON	23,50	32,40	27,10 ± 1,9	24,90	31,30	27,38 ± 1,71
PTORAX	66,60	85,00	74,56 ± 4,1	62,90	88,80	75,23 ± 6,17
PCINT	61,80	79,60	69,72 ± 4,5	62,10	88,00	70,87 ± 6,22
PABD	34,70	98,40	77,51 ± 7,7	63,50	101,50	77,52 ± 7,99
PQUAD	88,60	112,90	97,00 ± 5,0	92,50	113,50	97,13 ± 4,80
PCOXA	49,60	68,10	56,15 ± 3,7	51,20	63,60	55,99 ± 3,50
PPAN	30,80	39,40	35,22 ± 2,0	32,10	40,00	35,55 ± 2,13
Diâmetros (cm)						
DBF	8,20	11,10	8,92 ± 0,5	8,14	10,00	8,99 ± 0,44
DBU	5,30	6,85	5,90 ± 0,3	5,40	6,50	5,98 ± 0,30
DBI	4,30	5,50	4,84 ± 0,2	4,40	5,45	4,92 ± 0,31

Somatórios	D	
	R	sig
(BI + TR)	-0,681	0,000
(PANB + PTORAX + PCINT)	-0,443	0,000
(PCINT + PABD)	-0,448	0,000
(PTORAX + PANB + PABD + PCINT)	-0,469	0,000
(PTORAX + PANB + PABD + PCINT) ²	-0,475	0,000
(PCINT + PPESC)	-0,445	0,000

TABELA 4
Valores da R e EPE das equações desenvolvidas neste estudo

D (g/ml)	Equações	No	R	EPE
D = 1,0 - 0,000748 (BI + TR) + 0,002538 (PANB) + 0,0007667 (PTORAX) - 0,00000995 (PCINT) ²		E1	0,798	0,00542
D = 1,058 - 0,000763 (BI + TR) + 0,002948 (PANB) - 0,000836 (PCINT)		E2	0,780	0,00593
D = 1,022 - 0,000676 (BI + TR) + 0,000005533 (PTORAX) ² - 0,0000104 (PCINT) ² + 0,00004012 (PANB) ² + 0,008641 (DBI)		E3	0,822	0,00516
D = 1,03 - 0,0007 (BI + TR) - 0,00000603 (PCINT) ² + 0,00005083 (PANB) ² + 0,007819 (DBI)		E4	0,802	0,00537
D = 1,045 + 0,002079 (PPESC) - 0,00112 (PCINT) - 0,000736 (PCOXA) + 0,01142 (DBI)		E5	0,710	0,00633
D = 1,058 + 0,002142 (PPESC) + 0,00004764 (PNAB) ² - 0,0011 (PCOXA) - 0,00000885 (PCINT) ²		E6	0,689	0,00652
D = 1,040 - 0,000611 (BI + TR) - 0,000269 (PCINT + PABD) + 0,01303 (DBI)		E7	0,784	0,00555
D = 1,095 - 0,000676 (BI + TR) - 0,000198 (PCINT + PABD)		E8	0,720	0,00616
D = 1,069 - 0,000796 (BI + TR)		E9	0,681	0,00645
D = 1,081 - 0,000649 (BI + TR) - 0,000000380 (BI + TR) ² - 0,00000326 (PCINT) ²		E10	0,711	0,00628

TABELA 5
Validação das equações para estimativa da densidade corporal

Eq.	$\bar{x} \pm s$	R (prob)	t (prob)	EC (g/ml)	ET (g/ml)	EPE (g/ml)
PH \bar{x} = 1,043877 \pm 0,011173						
E1	1,045826 \pm 0,0096	0,799 (0,000)	-1,291 (0,212)	-0,00129	0,0000235	0,00542
E2	1,046023 \pm 0,0104	0,804 (0,000)	-1,414 (0,173)	-0,00190	0,0000235	0,00593
E3	1,045940 \pm 0,0097	0,751 (0,000)	-1,230 (0,234)	-0,00206	0,0000289	0,00516
E4	1,045725 \pm 0,0104	0,773 (0,000)	-1,131 (0,272)	-0,00185	0,0000277	0,00537
E5	1,045073 \pm 0,0073	0,595 (0,006)	-0,594 (0,560)	-0,00253	0,0000432	0,00633
E6	1,045300 \pm 0,0083	0,635 (0,003)	-0,731 (0,474)	-0,00194	0,0000379	0,00652
E7	1,046387 \pm 0,0088	0,731 (0,000)	-1,468 (0,159)	-0,00251	0,0000309	0,00555
E8	1,045489 \pm 0,0084	0,790 (0,000)	-1,050 (0,307)	-0,00203	0,0000248	0,00616
E9	1,045681 \pm 0,0076	0,793 (0,000)	-1,167 (0,258)	-0,00191	0,0000250	0,00645
E10	1,045247 \pm 0,0087	0,799 (0,000)	-0,910 (0,374)	-0,00135	0,0000229	0,00628

Com a redução das variáveis, ficou mais fácil combiná-las para a verificação de quais grupos poderiam ser escolhidos para a montagem das equações deste estudo e, a partir daí, passou-se a escolher quais combinações seriam efetivamente utilizadas na montagem das equações, chegando-se, finalmente, às equações desenvolvidas neste estudo e apresentadas na tabela 4.

Após a redução das variáveis, comentada anteriormente, os critérios para a escolha das equações desenvolvidas neste estudo (tabela 4), foram os seguintes: primeiramente, eliminaram-se as equações com maior número de variáveis, pois se tornariam muito complicadas e pouco práticas; em segundo lugar, foram eliminadas as equações com valores muito próximos ou parecidos; em terceiro lugar, foram eliminadas as equações que necessitassem da realização de muitas medidas por parte do usuário, como, por exemplo, as equações com o somatório de quatro e três perímetros, pois, apesar de possuírem um R alto e o EPE bem baixo, se tornaram pouco práticas; em quarto lugar, procurou-se manter as equações que possuíssem unicamente dobras cutâneas, dobras cutâneas e perímetros, dobras cutâneas e diâmetros, perímetros e diâmetros e só perímetros e, a partir daí, escolher os modelos com menor número de variáveis, com R relativamente alto (acima de 0,70) e EPE relativamente baixo (abaixo de 0,007); por último, foram calculados os valores da D de todas as equações para os sujeitos do grupo de regressão e, dentre as equações que não apresentaram diferença significativa com a média da D obtida através da PH, foram escolhidas as 10 mais simples.

Atendendo aos objetivos do estudo, foram montadas equações que pudessem ser utilizadas de uma forma simples (tabela 4), mas um outro passo importante foi validar as equações desenvolvidas através do grupo de validação (GV), que foi retirado aleatoriamente da população deste estudo, mas que não participou da montagem das equações. Os valores descritivos deste grupo foram apresentados na tabela 2 e os resultados da validação são apresentados na tabela 5.

Considerando os valores dos resultados da validação, verificamos que as correlações lineares realizadas foram todas consideradas significativas ($p \leq 0,05$).

Quando analisadas as diferenças entre as D medidas através da pesagem hidrostática e através das equações desenvolvidas, nota-se que nenhuma equação apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as médias das D medidas e as D estimadas.

Analisando as diferenças médias encontradas pelas D medidas pela PH e as estimadas pelas equações desenvolvidas ($EC = D_{\text{medida}} - D_{\text{estimada}}$), notaram-se valores extremamente baixos.

Por último, os baixíssimos valores do ET e os valores do EPE considerados excelentes (E1, E3, E4 e E7 para $EPE < 0,0055$) e muito bons (E2, E5, E6, E8, E9 e E10 para $EPE < 0,0070$), validam as equações desenvolvidas⁽¹⁾ neste estudo para estimar a D para mulheres militares do Exército com idade entre 18 e 45 anos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo teve por objetivo desenvolver e validar equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército, com idade entre 18 e 45 anos, servindo na cidade do Rio de Janeiro, a partir de variáveis antropométricas.

Para tanto, participaram deste estudo 100 mulheres militares que foram divididas em dois grupos: grupo de regressão ($n = 80$), utilizado para o desenvolvimento das equações propostas por este estudo, e o grupo de validação ($n = 20$), utilizado para validação das equações desenvolvidas.

Após a realização deste estudo, chegou-se às seguintes conclusões:

- Foi possível desenvolver e validar equações específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército, servindo na cidade do Rio de Janeiro, a partir de variáveis antropométricas (dobras cutâneas, perímetros e diâmetros).

- As mulheres militares do Exército apresentam as seguintes características antropométricas médias: idade de $30,65 \pm 6,56$ anos, estatura de $164,88 \pm 5,84$ cm, MC de $58,74 \pm 6,90$ kg e %G de $23,60 \pm 4,19\%$.

- Após a realização da pesagem hidrostática, determinou-se a densidade corporal dos sujeitos deste estudo, que foi de $1,045272 \pm 0,00926$ g/ml.

- Houve correlação significativa, ($p \leq 0,05$), entre a D medida pela técnica da pesagem hidrostática e as várias combinações de somatórios de medidas antropométricas (dobras cutâneas, perímetros e diâmetros).

- Foram desenvolvidas 10 equações para a estimativa da densidade corporal de mulheres militares do Exército, servindo na cidade do Rio de Janeiro, usando como variáveis dobras cutâneas, perímetros e diâmetros que se caracterizam pela simplicidade e praticidade.

- Houve correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a D medida através da técnica da pesagem hidrostática e a estimada através das equações desenvolvidas.

- As equações desenvolvidas neste estudo são válidas para a estimativa da D de mulheres militares do Exército que se encontrem dentro dos limites de dois desvios padrões nas variáveis relacionadas e com idade entre 18 e 45 anos.

Recomenda-se que novos estudos sejam realizados no sentido de validar as equações desenvolvidas neste estudo para outros grupos de mulheres brasileiras.

Quando se busca a precisão das equações desenvolvidas e estas são utilizadas por avaliadores experientes e possuidores de equipamento especializado, recomenda-se que seja utilizada, para a estimativa da D, a equação que utiliza dobras cutâneas, perímetros e diâmetro, ou seja, a equação (E2):

$$D = 1,058 - 0,000763 (BI + TR) + 0,002948 (PANB) - 0,000836 (PCINT)$$

Se for considerado que a falta de prática do avaliador para a obtenção das medidas de dobras cutâneas pode influenciar negativamente no resultado da D, somando, assim, mais um erro ao resultado, recomenda-se que, apesar da maior precisão das equações

ções que utilizam dobras cutâneas, perímetros e diâmetro, e dobras cutâneas e perímetros, seja empregada a equação que utiliza somente perímetros, ou seja, a equação (E6), pelos avaliadores com pouca experiência:

$$D = 1,058 + 0,002142 (PPESC) + 0,00004764 (PANB)^2 - 0,0011 (PCOXA) - 0,00000885 (PCINT)^2,$$

Principalmente por não necessitar de equipamentos de alto custo para medição de dobras cutâneas e também pelo fato de suas medidas serem de simples obtenção e terem sido validadas, recomenda-se que esta equação seja utilizada nas Organizações Militares que possuam membros do segmento feminino com as mesmas características dos sujeitos deste estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. Human body composition. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1996.
2. Petroski EL, Pires Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1995;2:65-73.
3. Estado Maior do Exército. Manual de treinamento físico militar (C 20 20). Brasília: Egceef, 2002.
4. Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. *Kinesis* 1985;2:183-212.
5. Filardo RD, Pires Neto CS. Indicadores antropométricos e da composição corporal de homens e mulheres entre 20 e 39,9 anos de idade. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* 2001;3:55-62.
6. Norton K, Olds T. Antropométrica. Rosário: Biosystem, 2000.
7. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr* 2003;77:331-40.
8. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2000.
9. Petroski EL. Antropometria, técnicas e padronizações. 2ª ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.
10. Fernandes Filho J. A prática da avaliação física. 2ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
11. Petroski EL, Pires Neto CS. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. *Kinesis* 1992;10:49-62.
12. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de Doutorado, Santa Maria: UFSM, 1995.
13. Carvalho ABR, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1998;3:5-12.
14. Rodrigues Añes CR, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações estimativas da densidade corporal de soldados e cabos do Exército brasileiro entre 18 e 22 anos de idade. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1999;4:39-48.
15. Pedazur EJ. Multiple regression in behavioral research. New York: Rinehart and Winston, 1983.
16. Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry illustrated (CDROM). Canada: Turnpike Electronic Publications Inc, 1999.
17. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). International standards for anthropometric assessment. Adelaide: National Library of Australia, 2001.
18. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Respir Dis* 1959;79:457-67.
19. Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Hanschel A, editors. Techniques for measuring body composition. Washington DC: National Academy of Science, 1961:223-4.
20. Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. Fidedignidade de variáveis antropométricas e da composição corporal pelo peso hidrostático de militares femininas do Exército Brasileiro. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 2003;8:45-51.
21. Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. A composição corporal através da técnica da pesagem hidrostática. *Revista de Educação Física* 2003;127:20-8.
22. Thomas JR, Nelson JK. Métodos de pesquisa em atividade física. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
23. Saito K, Nakaji S, Umeda T, Shimoyama T, Sugawara K, Yamamoto Y. Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness. *Br J Sports Med* 2003;37:144-8.
24. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skin-fold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr* 2003;77:1186-91.