

Artigo Original

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DE GORDURA DOS ALUNOS DO CURSO DE INSTRUTOR DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

Marcelo Salem^{2,3}
Renato Gil Amaral¹
Eduardo Augusto Montella de Carvalho¹
Marcelo Walz¹
Gustavo Tiyodi Nakashima¹
Paulo Henrique Puehringer¹
Carlos Augusto Reis¹
Claudinei de Almeida Junior¹
Christopher da Cruz Conceição¹

1 - Escola de Educação Física do Exército - Rio de Janeiro - Brasil.

2 - Instituto de Pesquisa da Capacitação do Exército - Rio de Janeiro - Brasil.

3 - Escola Nacional de Saúde Pública/ FIOCRUZ - Rio de Janeiro - Brasil.

Resumo

A composição corporal pode diferenciar os seres humanos em relação à sua saúde e ao seu desempenho físico, pois a distribuição de gordura corporal é um importante preditor de morbidade e mortalidade (Gustat, 2000). Este trabalho, portanto, teve por objetivo desenvolver e validar equações de regressão nacionais para estimar a porcentagem de gordura em militares da Escola de Educação Física do Exército. Participaram deste estudo 20 militares do Curso de Instrutor da Escola de Educação Física do Exército/2005, com idade (ID) de $27,44 \pm 3,00$ anos, massa corporal total (MCT) de $74,88 \pm 9,23$ kg, estatura (EST) de $179,28 \pm 7,63$ cm, porcentagem de gordura (% G) de $11,38 \pm 4,81$ e densidade corporal (DENS) de $1,072985552 \pm 0,0111$. Foram realizadas as medidas antropométricas de dobras e perímetros, além da idade (ID), da estatura (EST) e da massa corporal total (MCT). A DENS foi medida por meio da

Pesagem Hidrostática (PH) e a % G calculada pela equação de Siri (1961). Todas as medidas foram realizadas de acordo com a padronização da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK, 2001). Os testes estatísticos foram realizados utilizando-se o pacote estatístico SPSS 10.0, compatível com o Microsoft Windows. A tentativa de validação foi realizada, neste estudo, com as equações de Guedes (1985), com uma dobra, e Petroski (1996), com duas dobras e com duas dobras e duas circunferências. A escolha destas três equações baseou-se no critério de simplicidade. Para a validação das equações, a DENS medida (PH) e a estimada (Equações) foram analisadas utilizando-se a Correlação de Pearson (r) ($p \leq 0.05$), o teste "t" de Student pareado ($P \leq 0.05$), o Erro Padrão da Estimativa (EPE), o Erro Constante (EC) e o Erro Técnico (ET), atendendo às recomendações de Lohman (1992). A validação das equações propostas foi realizada por meio da Análise Diagnóstica dos Resíduos, segundo Zar (1999) - homocedasticidade e normalidade. Os resultados da

Recebido em 03.01.2006. Aceito em 06.03.2006.

validação mostram que nenhuma das equações propostas alcançou os critérios estipulados por Lohman (1992), portanto, as equações de Guedes (1985) e Petroski (1996) não devem ser utilizadas para estimar a Densidade Corporal de alunos do Curso de Instrutor da ESEFEx. Em contrapartida, as equações desenvolvidas, utilizando as mesmas variáveis das outras equações, apresentaram excelentes resultados, ou seja, apresentaram excelente correlação múltipla (r) e baixo EPE, como

preconizado por Lohman (1992). A análise diagnóstica apresentou normalidade na distribuição dos resíduos, homocedasticidade, ou seja, homogeneidade de covariância entre os resíduos e as variáveis da equação e ausência de colinearidade entre as variáveis independentes Zar (1999).

Palavras-chave: Composição Corporal, Equação de Predição, Pesagem Hidrostática.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF
EQUATIONS FOR THE ESTIMATE OF THE
PERCENTAGE OF FAT OF STUDENTS OF THE
INSTRUCTOR'S COURSE OF THE SCHOOL OF
PHYSICAL EDUCATION OF THE ARMY

Abstract

Corporal composition can differentiate human beings regarding their health and their physical performance, as the distribution of body fat is an important prediction of poor health and mortality (Gustat, 2000). This study, therefore, aims to develop equations of national regression to estimate the percentage of fat in soldiers of the Physical Education School of the Army. 20 soldiers of the Instructor's Course of the Physical Education School of the Army / 2005, aged (AG) 27.44 ± 3.00 years, total body mass (TBM) of 74.88 ± 9.23 kg, height (H) of 179.28 ± 7.63 cm, percentage of body fat (%F) of 11.38 ± 4.81 and body density (DENS) of 1.072985552 ± 0.0111 . Anthropometric measurements were realized of folds and perimeters, as well as age (AG), height (H) and total body mass (TBM). The DENS was measured by means of Hydrostatic Weighing (HW) and the %F calculated by the equation of Siri (1961). All the measurements were realized in accordance with the standardization of the International Society for the Advance of Cineanthropometry (ISAK, 2001). The statistical tests were realized using the statistical package SPSS 10.0 compatible with Microsoft Windows. The validation attempt was realized in this

study with the equations of Guedes (1985), with one fold, and Petroski (1966), with two folds and with two folds and two circumferences. The choice of these three equations was based on the criteria of simplicity. For the validation of the equations, the DENS measurement (HW) and the estimated (Equations) were analyzed using the Correlation of Pearson (r) ($p \leq 0.05$), the parallel t-Student test ($P \leq 0.05$), the Standard Estimated Error (SEE), the Constant Error (CE) and the Technical Error (TE), attending the recommendations of Lohman (1992). The validation of the equations proposed was realized by means of Diagnostic Analysis of Residues, following Zar (1999) - homocedasticity and normality. The results of validation show that none of the proposals reached the criteria stipulated by (1992), therefore, the equations of Guedes (1985) and Petroski (1996) should not be used to estimate the Body Density of students of the Instructor's Course of ESEFEx. On the other hand, the equations developed, using the same variables as other equations, presented excellent results, that is, presented excellent multiple correlation (r) and low (SEE), as preconized by Lohman (1992). The diagnostic analysis presented normality in the distribution of residues, homocedasticity, or homogeneity of covariance between residues and variables of the equation and absence of co-linearity between independent variables, Zar (1999).

Key words: Corporal Composition, Equation of Prediction, Hydrostatic Weighing.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um bom condicionamento físico é necessário para o profissional militar realizar suas atividades diárias. Este desenvolvimento requer um acompanhamento médico e uma prática observada da atividade física. Além disso, é importante o acompanhamento de índices e medidas que demonstram a melhora do condicionamento físico. Entre estes índices, podemos citar a composição corporal e o percentual de gordura (% G).

A composição corporal pode diferenciar os seres humanos em relação à sua saúde e ao seu desempenho físico, pois a distribuição de gordura corporal é um importante preditor de morbidade e mortalidade (Gustat, 2000). Uma quantidade elevada de gordura corporal possui correlação inversa com a capacidade física. Portanto, é grande o interesse pela avaliação da porcentagem de gordura em militares, bem como de sua distribuição, já que a distribuição e a quantidade de gordura corporal podem comprometer a operacionalidade da tropa.

Vários são os métodos para mensurar o percentual de gordura, dentre eles, temos a pesagem hidrostática, considerado um método "Gold Standard" devido à sua precisão (Lohman, 1996). Porém, a sua dificuldade de uso, em função do alto custo, da necessidade de profissionais altamente qualificados e da dificuldade de emprego em grande escala, nos leva a buscar técnicas mais práticas e econômicas, como a mensuração através de equações de predição de dobras cutâneas e perímetros corporais. Apesar de existirem diversas equações de predição para mensurar a composição corporal, é necessário que haja uma validação das mesmas ou o desenvolvimento de outras para diferentes grupos populacionais que se deseja avaliar, verificando-se, assim, a real correlação entre a equação e a composição corporal. O objetivo deste trabalho é, portanto, realizar a validação e o desenvolvimento das equações para a predição da porcentagem de gordura para alunos do Curso de Instrutor de Educação Física do Exército - 2005.

OBJETIVO

Validar as equações de regressão nacionais de Guedes (1985) e de Petroski (1996), para estimar a densidade corporal e a porcentagem de gordura em militares da Escola de Educação Física do Exército e desenvolver duas equações utilizando as mesmas variáveis das equações propostas para a validação.

METODOLOGIA

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 Diretoria de Pesquisa e Estudos de Pessoal (DPEP).

Todos os participantes do trabalho foram voluntários e consentiram que seus dados fossem publicados e utilizados para este estudo.

Realizaram o estudo 20 alunos do Curso de Instrutor da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), do ano de 2005, militares do Exército Brasileiro, do Corpo de Bombeiros do Rio de Janeiro, da Polícia Militar do Rio de Janeiro e da Polícia Militar do Distrito Federal, com idades (ID) de $27,44 \pm 3,00$ anos, massa corporal total (MCT) de $74,88 \pm 9,23$ Kg, estatura (EST) de $179,28 \pm 7,63$ cm, porcentagem de gordura (% G) de $11,38 \pm 4,81$ e densidade (DENS) de $1,072985552 \pm 0,0111$.

A seqüência para a coleta de dados foi:

- 1) realização de anamnese;
- 2) verificação da massa e estatura corporal;
- 3) medição de dobras cutâneas (abdômen, axilar média e tríceps);
- 4) medição de perímetros corporais (abdômen e antebraço); e
- 5) mensuração do peso hidrostático.

Foram adotados os seguintes procedimentos para a coleta de dados: os sujeitos foram mensurados descalços, usando roupa de banho apropriada para a prática de natação, cumprindo algumas restrições alimentares e recomendações em relação a bebidas e ida ao banheiro, de acordo com as utilizadas por Salem e Pires Neto (2004).

As mensurações foram realizadas em dois momentos: as mensurações antropométricas e a mensuração do peso hidrostático.

Para o estudo, determinou-se, além da idade (ID), os valores da massa corporal total (MCt), da estatura(ES), de três dobras cutâneas e de dois perímetros, de acordo com os procedimentos e na seqüência descrita a seguir.

Massa corporal e estatura corporal

Foram mensuradas de acordo com o protocolo utilizado por Salem e Pires Neto (2004), seguindo as orientações da ISAK (2001).

Dobras cutâneas

A mensuração das três dobras cutâneas seguiu os procedimentos de Norton e Olds (1996) e da ISAK (2001).

Foram coletados os valores das seguintes dobras cutâneas:

1) dobra cutânea do tríceps (TR) - o local da mensuração fica no ponto médio da distância entre o acrômio da escápula e o olecrano, na porção posterior do braço, como apresentado na FIGURA 1.

2) dobra cutânea axilar média vertical (AXV) - foi mensurada na linha axilar média, ao nível do apêndice xifóide no esterno, verticalmente, como apresentado na FIGURA 2.

FIGURA 1
MEDIÇÃO DA DOBRA CUTÂNEA DO TRÍCEPS



FIGURA 2
MEDIÇÃO DA DOBRA CUTÂNEA AXILAR MÉDIA VERTICAL



3) dobra cutânea abdominal vertical (ABV) - foi mensurada estando o indivíduo na posição ortostática. A dobra foi determinada verticalmente, a três cm da cicatriz umbilical e a um cm no sentido inferior, como apresentado na FIGURA 3.

FIGURA 3
MEDIÇÃO DA DOBRA CUTÂNEA ABDOMINAL VERTICAL



Perímetros corporais

A mensuração dos perímetros segue os procedimentos utilizados por Salem e Pires Neto (2004), de acordo com as orientações da ISAK (2001). Foram coletados os valores dos seguintes perímetros:

1) perímetro do antebraço (PANT) - para mensuração do perímetro do antebraço, o sujeito foi colocado na posição ortostática, com o braço direito estendido e elevado lateralmente ao corpo. A fita métrica foi colocada em volta do antebraço, na parte proximal, onde o maior perímetro foi encontrado, como apresentado na FIGURA 4.

2) perímetro do abdômen (PABD) - o sujeito ficou na posição de pé, com o abdômen relaxado e os braços descontraídos ao lado do corpo. O avaliador colocou-se à frente do sujeito. A fita métrica foi posta horizontalmente em volta do abdômen do sujeito, exatamente em cima da cicatriz umbilical. Um avaliador auxiliar foi necessário para verificar a colocação da fita no plano horizontal, como apresentado na FIGURA 5.

FIGURA 4

MEDIÇÃO DO PERÍMETRO DO ANTEBRAÇO



FIGURA 5

MEDIÇÃO DO PERÍMETRO ABDOMINAL



Peso hidrostático

Os materiais e procedimentos que foram utilizados neste estudo seguem as recomendações de Lohman (1992), Pollock e Wilmore (1993), Heyward e Stolarczyk (1996), Norton e Olds (1996), Petroski e Pires Neto (1996).

Antes da pesagem, os sujeitos foram convidados a esvaziarem a bexiga e os intestinos, caso não o tivessem realizado.

Foi permitida a prática de expiração submersa (Petroski e Pires Neto, 1996) antes de se efetuar os procedimentos da pesagem. O registro da pesagem foi realizado após o máximo esforço expiratório, estando o sujeito totalmente submerso. A respiração foi mantida bloqueada por aproximadamente cinco a dez segundos, para a estabilização da balança e realização da leitura. Após cada tentativa, permitiu-se o restabelecimento da respiração, sendo o mesmo procedimento repetido por seis a doze vezes (Petroski e Pires Neto, 1996).

A determinação do peso dentro d'água - peso submerso (PS) - foi feita na posição sentada, conforme descrição de Pollock e Wilmore (1993), sendo selecionado da seguinte maneira:

- primeiro, foi determinado o peso de valor mais alto observado, desde que este tivesse sido registrado por, no mínimo, três vezes, aceitando-se uma diferença de até 30 gramas entre cada medição.
- se o item anterior não fosse satisfeito, aceitou-se o maior peso registrado com repetição de, no mínimo, duas vezes.
- caso o item anterior também não fosse satisfeito, optou-se pelo segundo peso mais alto, que houvesse sido registrado, no mínimo, três vezes.
- quando os critérios anteriores não fossem satisfeitos, selecionou-se o terceiro peso de valor mais alto e, assim, sucessivamente, até se conseguir determinar o peso.

Embora os sujeitos tenham sido orientados a não se alimentarem pelo mínimo de quatro horas antes das pesagens, o cumprimento dessa orientação não pôde ser controlado pelos avaliadores.

Cálculo da composição corporal (D)

Partindo-se da fórmula convencional peso/volume, a D é determinada através da seguinte equação de De Rose (1984):

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

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

Volume residual (VR)

O VR foi medido por estimativa, segundo a equação de Goldman e Becklake (1959), adaptada por Petroski e Pires Neto (1996), que considera a idade e a estatura:

$$\text{Homens: VR} = 0,017 \text{ (idade, anos)} + 0,027 \text{ (estatura, cm)} - 3,477$$

Percentual de gordura (%G)

O %G foi determinado através da equação de Siri (1961):

$$\%G = (495 / D) - 450$$

Massa de gordura (MG, kg)

Obteve-se a MG, multiplicando-se a massa corporal pela fração do percentual de gordura:

$$MG = MC (100 / \%G)$$

Massa corporal magra (MCM, kg)

A MCM foi estimada subtraindo a MG da massa corporal:

$$MCM = MC - MG$$

Validação das equações

Segundo Lohman (1996), o tratamento estatístico a ser utilizado na validação de fórmulas de predição é o seguinte:

$$ET \text{ (erro técnico)} = \sqrt{\sum(Y1 - Y2)^3 / n}$$

onde: Y1 é a densidade estimada e Y2 é a densidade medida;

$$EPE \text{ (erro padrão da estimativa)} = s \sqrt{1 - R^2}$$

onde: R² é o coeficiente de determinação;

EC (erro constante) = MÉDIA ((Dm) - (De)) isto é, diferença média entre a densidade mensurada (Dm) e estimada (De);

r = coeficiente de correlação de Pearson, para verificar se há correlação entre a densidade medida e a estimada.

t = teste t de *Student*, para comparar as médias das densidades medidas e estimadas.

Validação diagnóstica

A validação diagnóstica, recomendada por Zar (1999), consiste em se analisar o comportamento das variáveis utilizadas na equação com os resíduos *studentizados*. Neste estudo, foi analisada a presença de heterocedasticidade, ou seja, ausência de covariância entre todas as variáveis das equações, os resíduos das duas equações desenvolvidas com as suas variáveis independentes (DTRI, MCT e PABD) e, em uma segunda etapa, os resíduos com as variáveis dependentes (DC e %G).

Outro passo analisado foi o comportamento normal dos resíduos de cada equação, e, para isso, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para os resíduos das duas equações.

Instrumentação

Foi utilizado, para a realização da pesagem hidrostática, o tanque do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, cujas especificações foram descritas por Salem e Pires Neto (2004), como apresentado nas FIGURAS 6 e 7.

FIGURAS 6 e 7
TANQUE DE PESAGEM HIDROSTÁTICA



Para a medida da massa corporal foi utilizada uma balança digital, da marca Filizola, de fabricação brasileira, com capacidade para 150 kg e precisão de 50g. Para a mensuração da estatura foi utilizado um estadiômetro fixo na parede, da marca Sanny, de fabricação brasileira.

Para as medidas de dobras cutâneas, utilizou-se um compasso de Lange, de fabricação finlandesa, com escala de 1 mm, precisão de 0,5 mm e pressão constante em todas as aberturas de 10 g/mm².

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

RESULTADOS

Analisando os valores apresentados na TABELA 1, verificamos os valores descritivos da idade, da estatura, da massa corporal total, das três dobras cutâneas, dos dois perímetros, da densidade corporal estimada pelas três equações propostas para validação, da medida pela pesagem hidrostática e da porcentagem de gordura calculada pela equação de Siri (1961), a partir da DC medida pela PH.

Analisando os valores apresentados na TABELA 2, nenhuma das fórmulas apresentadas possui correlação superior a 0,80, valor mínimo recomendado por Lohman (1992), apesar de apresentarem correlação estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). A equação de Petroski (1995) foi a que apresentou maior correlação com a DC medida pela PH.

Os valores do teste t de *Student* para comparação entre médias mostraram, na TABELA 2, que todas as equações apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre suas médias e a média da DC medida por meio da PH. A equação que menos apresentou diferença entre as médias foi a de Guedes (1985).

O EC e o ET apresentaram-se menores que o EPE de cada equação, comportamento que, somado à alta correlação e à falta de diferença entre as médias, poderia validar estas equações, mas, apesar dos erros, os outros critérios não foram cumpridos, e, portanto, nenhuma das equações pôde ser validada.

TABELA 1
VALORES DESCRITIVOS DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, PORCENTAGEM DE GORDURA E DC DAS FÓRMULAS ANALISADAS E DA MEDIDA PELA PESAGEM HIDROSTÁTICA.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
ID	20	24,08	34,33	27,4375	3,00199
MCT	20	60,35	92,80	74,8825	9,22799
EST	20	169,30	194,30	179,2800	7,62659
DTRIC	20	5,00	18,00	10,5250	3,51398
DAXM	20	5,00	16,00	8,9125	3,25887
DABD	20	6,50	26,00	14,9500	4,72298
PANT	20	24,50	31,10	27,5250	1,62608
PABD	20	71,50	97,50	82,0450	6,31743
DENSPH	20	1,0542989	1,0950830	1,072985552	0,0111974026
GUEDES (1985)	20	1,0536679	1,0864018	1,067933818	0,0079448968
PETROSKI (1995) ¹	20	1,0535342	1,0779178	1,066519828	0,0069674457
PETROSKI (1995) ²	20	1,0480494	1,0795051	1,067219164	0,0083065980
% G pela PH	20	2,02	19,51	11,3765	4,81249

Obs: Equação de Guedes (1985):

$$DC = 1,13060 - 0,05437 * (\log_{10}(DABD));$$

$$\text{Petroski (1996)}^1: DC = 1,10098229 - 0,00145899 * (DTRI + DAXM) + 0,00000701 * (DTRI + DAXM)^2 - 0,00032770 * (ID);$$

$$\text{Petroski (1996)}^2: DC = 1,08843264 - 0,00130623 * (DTRI + DAXM) + 0,00000710 * (DTRI + DAXM)^2 - 0,00021414 * (ID) + 0,00182587 * (PANT)$$

TABELA 2
RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS
REALIZADOS PARA VALIDAÇÃO DAS
EQUAÇÕES

EQUAÇÃO	r	Test t	ET	EC	EPE
GUEDES	0,636 0,003	2,604 0,017	4,85209 E05	9,70419 E05	0,0064
PETROSKI ¹	0,751 0,000	3,389 0,001	4,78483 E05	9,56967 E05	0,0072
PETROSKI ²	0,761 0,000	3,547 0,002	4,17403 E05	8,34806 E05	0,0070

Foram desenvolvidas, neste estudo, duas equações para estimar a DC e a % G dos alunos do Curso de Instrutor da Escola de Educação Física do Exército. A primeira equação (EQUA1) foi desenvolvida utilizando-se, como variável dependente, a DC e, como variáveis independentes, o PABD, a DTRI e a MCT. Estas equações atingiram os valores mínimos aconselhados por Lohman (1992), ou seja, $r \geq 0,800$ e $EPE \leq 0,007 \text{ g/cm}^3$. A segunda equação (EQUA2) possui, como variável dependente, a % G e, como variáveis independentes, as mesmas da primeira equação. Esta segunda equação também atingiu os valores recomendados por Lohman (1992). As equações desenvolvidas nesse estudo e os valores da r e EPE são apresentados na TABELA 3.

TABELA 3
EQUAÇÕES PROPOSTAS PARA ESTE ESTUDO

EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS	r	EPE
EQUA1 = $DENS = 1,146 - 0,001*(PABD) + 0,001*(MCT) - 0,002*(DTRI)$	0,830	0,0068 (g/cm ³)
EQUA2 = $\% G = 0,497*(PABD) - 0,230*(MCT) + 0,793*(DTRI) - 20,504$	0,832	2,91 (% G)

OBS: r é o coeficiente de correlação múltipla e EPE é o erro padrão da estimativa da equação.

Normalmente, quando se desenvolve uma equação, a validação é feita por meio de um grupo de validação, utilizado apenas para a validação da equação e não participando do desenvolvimento da mesma. Porém, nesse estudo, optou-se por validar a equação através da análise diagnóstica (Zar, 1999). Esta análise é apresentada na forma de gráficos que compreendem:

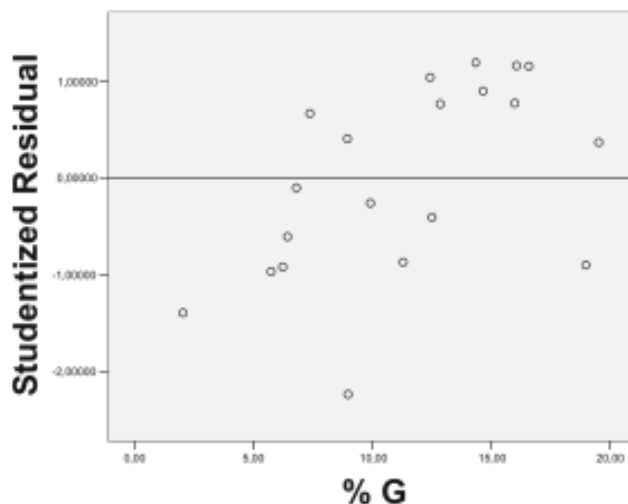
1) o histograma dos resíduos da nova equação - no caso das duas equações desenvolvidas neste estudo, pode-se concluir que a distribuição dos resíduos

apresentou-se de forma normal e, caso isto não ocorresse, a equação possuiria um erro no seu modelo matemático. A normalidade da distribuição dos resíduos foi testada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk.

2) após a análise da normalidade, verificou-se se houve homocedasticidade (homogeneidade de covariâncias) entre os Resíduos *Studentizados* (RS), a variável dependente (VD) e as variáveis independentes (VI), de cada equação desenvolvida. Esta análise foi realizada observando-se a existência de agrupamentos dos valores dos resíduos em relação a cada variável (*clusters*). Nos gráficos analisados, pode-se observar que houve homocedasticidade entre os RS e a DC da EQUA1, o que pode ser confirmado observando-se a dispersão dos pontos em torno do resíduo 0,000. O mesmo ocorreu na análise entre os RS e a MCT da EQUA1, os RS e a DTRI da EQUA1, e os RS e o PABDO da EQUA1.

3) a homocedasticidade também foi testada na EQUA2 e após a análise gráfica das relações entre os RS e as variáveis (dependentes e independentes) da mesma. Na FIGURA 8, como exemplo, é mostrada a distribuição dos pontos quando se analisa a homocedasticidade. Nota-se que os pontos do teste entre os RS e a VD (% G) da EQUA2 encontram-se pulverizados em torno do resíduo 0,000, ou seja, há uma distribuição equitativa abaixo e acima da linha do resíduo 0,000. O mesmo ocorreu nas outras análises, ou seja, entre os RS e as variáveis independentes (DTRI, MCT e PABDO).

FIGURA 8
CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS
STUDENTIZADOS E A % G DA EQUA2



CONCLUSÃO

O desenvolvimento e a validação de equações de predição para a estimativa de percentual de gordura dos alunos do Curso de Instrutor de Educação Física da EsEFEx apresentam um grande avanço para o acompanhamento da operacionalidade desses sujeitos.

A validação de equações nacionais, desenvolvidas por Guedes (1985) e Petroski (1995), não foi alcançada, mas, em contrapartida, as duas equações desenvolvidas nesse estudo apresentam excelente r e baixo EPE, conforme recomendações de Lohman (1992).

Em relação à análise do modelo matemático, pelo comportamento dos resíduos, pode-se afirmar que, segundo Zar (1999), não foi observado, em nenhuma das duas equações, a presença de heterocedasticidade (falta de homogeneidade de covariância).

Finalmente, recomenda-se que não sejam usadas as equações de Guedes (uma dobra) ou as de Petroski 1 e 2 para a estimativa da DC de oficiais alunos do Curso de Instrutor da EsEFEx, mas, sim, as equações desenvolvidas nesse estudo.

Dentre as duas equações desenvolvidas, recomenda-se a utilização da EQUA2 ($\% G = 0,497*(PABD) - 0,230*(MCT) + 0,793*(DTRI) - 20,504$), pois ela fornece a $\% G$ diretamente, apresentando r maior e EPE menor.

Endereço para correspondência:

Av João Luiz Alves, s/n (Forte São João) - Urca
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
CEP 22291-090
Tel 55 21 25433323
e-mail: marcelosalem@uol.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLAWAY CW, CHUMLEA WC, BOUCHARD C, HIMES JH, LOHMAN TG, MARTIN AD et al. Circunferences. In: LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R (eds). Anthropometric standardization reference manual. Abridged Edition. Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

DE ROSE EH, PIGATO E, DE ROSE RFC. Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo. Rio de Janeiro: SEED/MEC – Fundação de Assistência ao Estudante, 1984.

GOLDMAN HI, BECKLAKE MR. Respiratory function tests; normal values at median altitudes and the prediction of normal results. American Review of Tuberculosis 1959; 79(4):457-67.

GUEDES DP. Estudo de gordura corporal através da mensuração de valores da densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. Kinesis 1985;1 (2): 183-212.

GUSTAT J, et al. Relation of abdominal height to cardiovascular risk factors in young adults. American Journal of Epidemiology 2000;151(9):885-91.

HARRISON GG, BUSKIRK ER, CARTER JEL, JOHNSTON FE, LOHMAN TG, POLLOCK ML et al. Skinfold thickness and measurement technique. In: LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R. (eds). Anthropometric standardization reference manual. Abridged Edition. Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 1996.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK). International standards for anthropometric assessment. Adelaide: National Library of Australia, 2001.

LOHMAN TG. Advances in body composition assessment. Monograph Number 3. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.

NORTON K, OLDS T. Anthropometrica. Sidney, Australia: Southwood Press, 1996.

PETROSKI EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de Doutorado. Santa Maria, RS: UFSM, 1995.

PETROSKI EL, PIRES-NETO CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde 1996; 1(3): 5-14.

POLLOCK ML, WILMORE JH. Exercícios na saúde e na doença. 2ª ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

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 Esporte 2004;10(3):141-6.

SIRI WE. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. In BROZEK J, HENSCHER A (eds.). Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Science, 1961.

ZAR JH. Biostatistical analysis. 4ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.