

**Artigo original**Maria Fátima Glaner¹
Ciro Romélio Rodriguez-Añez²**VALIDAÇÃO DE PROCEDIMENTOS ANTROPOMÉTRICOS PARA ESTIMAR A DENSIDADE CORPORAL E PERCENTUAL DE GORDURA EM MILITARES MASCULINOS**

VALIDITY OF ANTHROPOMETRIC PROCEDURES TO ESTIMATE BODY DENSITY AND BODY FAT PERCENT IN MILITARY MEN

RESUMO

Através deste estudo objetivou-se verificar a validade: da equação de Katch e McArdle (1973) que envolve os perímetros do braço, antebraço e abdômen, para estimar a densidade corporal; e, o procedimento de Cohen (1986) que envolve os perímetros do pescoço e abdômen, para estimar o % de gordura (%G); para militares. Para tanto, coletou-se os dados de 50 militares masculinos, com idade média de $20,26 \pm 2,04$ anos, lotados na cidade de Santa Maria, RS. Mensurou-se os perímetros conforme procedimentos de Katch e McArdle (1973) e Cohen (1986). Utilizou-se a densidade corporal mensurada (D_m) através da pesagem hidrostática como critério de validação, cujo valor médio foi de $1,0706 \pm 0,0100$ g/ml. Estimou-se o volume residual pela equação de Goldman e Becklake (1959). O %G derivado da D_m estimou-se pela equação de Siri (1961), obtendo-se um valor médio de $12,70 \pm 4,71$. Observou-se os critérios de validação sugeridos por Lohman (1992). Através da análise dos resultados obtidos pode-se evidenciar que o procedimento desenvolvido por Cohen (1986) apresenta validade concorrente para estimar o %G em militares masculinos, ou em outras amostras com características peculiares à deste estudo, com um erro padrão de estimativa de 3,45%.

Palavras-chave: cineantropometria, composição corporal, validação, equações de regressão.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the validity of the Katch e McArdle's equation (1973), which uses the circumferences of the arm, forearm and abdominal to estimate the body density and the procedure of Cohen (1986) which uses the circumferences of the neck and abdominal to estimate the body fat percent (%F) in military men. Therefore data from 50 military men, with mean age of 20.26 ± 2.04 years serving in Santa Maria, RS, was collected. The circumferences were measured according with Katch e McArdle (1973) and Cohen (1986) procedures. The body density measured (D_m) obtained under water weighting was used as criteria and its mean value was 1.0706 ± 0.0100 g/ml. The residual lung volume was estimated using the Goldman's e Becklake's equation (1959). The %F was obtained with the Siri's equation (1961) and its mean value was $12.70 \pm 4.71\%$. The validation criterion suggested by Lohman (1992) was followed. The analysis of the results indicated that the procedure developed by Cohen (1986) has concurrent validity to estimate %F in military men or in other samples with similar characteristics with standard error of estimate of 3.45%.

Key words: kineanthropometry, body composition, validation, regression equation, military men.

¹ Dda em Cineantropometria - UFSM.

² Ms - Prof. PUC/PR

INTRODUÇÃO

É de conhecimento a existência de vários métodos laboratoriais e de campo para estimar a densidade corporal e/ou percentual de gordura (%G). Dentre eles, o mais usado é o antropométrico, devido ao fato de ser um método de campo que requer equipamentos de baixo custo, por possibilitar a mensuração de um grande número de sujeitos em pouco tempo e, principalmente, por correlacionar-se significativamente com a pesagem hidrostática. Sendo esta utilizada como critério para validação de outros métodos.

A densidade corporal e/ou %G podem ser estimados pelo método antropométrico através do uso de equações e por tabelas (como por exemplo o procedimento desenvolvido por Cohen, 1986).

As variáveis antropométricas mais usadas no desenvolvimento de equações para estimar a densidade corporal ou %G são as dobras cutâneas, sozinhas ou em combinação com os perímetros e a idade. Os diâmetros ósseos e a estatura também aparecem em algumas equações. Todavia, nem sempre uma equação que envolve um grande número de variáveis antropométricas é a melhor para uma determinada situação.

Verifica-se na literatura a existência de inúmeras equações. Das existentes, pode-se inferir que no Brasil as mais conhecidas e usadas para os homens são as de Yuhasz (1962); Sloan (1967); Faulkner (1968); Katch e McArdle (1973); Jackson e Pollock (1978); Guedes (1985); e, Petroski (1995). Destes pesquisadores, apenas Katch e McArdle (1973) desenvolveram e validaram a seguinte equação, para 53 universitários com idade média de 19,3 anos, que envolve somente perímetros corporais para estimar a densidade (D):

$$D = 1,12691 - 0,00357 (\text{PBR}) - 0,00127 (\text{PAB}) + 0,00524 (\text{PAN}).$$

Onde: D = g/ml.

PBR = perímetro do braço (cm).

PAB = perímetro do abdômen (cm).

PAN = perímetro do antebraço (cm).

Esta equação apresenta um $R = 0,86$ (coeficiente de correlação múltipla) e um EPE = 0,0072 g/ml (erro padrão de estimativa).

Geralmente as equações são empregadas sem uma validação prévia das mesmas para a população/amostra em questão. Pois, como já é de notório conhecimento, as equações são específicas para as suas populações de origem. Assim sendo, para estimar-se com maior acuracidade a densidade corporal e/ou %G de uma população/amostra torna-se necessário desenvolver equações para a mesma ou tentar validar as já existentes.

Estimar a densidade e/ou %G através do uso de perímetros, usando equações é extremamente prático. Principalmente pelo fato de ser um procedimento simples, onde obtém-se uma grande precisão na realização das medidas, não necessitando de muito tempo para treinar avaliadores. Além do custo ser praticamente zero, e segundo Katch e McArdle (1973) pelo aspecto do procedimento apresentar validade perante a pesagem hidrostática.

Outra maneira de estimar o %G é através da tabela desenvolvida por Cohen (1986), para fuzileiros navais dos Estados Unidos da América entre 18 e 53 anos. Este procedimento faz uso de perímetros do pescoço e abdômen em centímetros. O perímetro do abdômen, mensurado, é localizado na coluna da esquerda na Tabela 1, e o do pescoço na primeira linha desta tabela. Traça-se uma linha vertical a partir do perímetro do pescoço e uma linha horizontal a partir do perímetro do abdômen. Onde as linhas se cruzarem, corresponde ao %G do avaliado, conforme exemplo marcado na Tabela 1.

Exemplo: Perímetro do pescoço = 40,64 cm
Perímetro do abdômen = 88,90 cm
Gordura corporal = 15,60%

Assim como as equações são específicas à sua população de origem o procedimento desenvolvido por Cohen (1986) também é. Portanto, este também carece de validação quando da aplicação em outras populações/amostras.

Os procedimentos mencionados, que envolvem perímetros, foram desenvolvidos no exterior. No Brasil, Guedes e Sampetro (1985) observaram que a equação de Katch e McArdle (1973) não validou para estudantes universitários gaúchos. Petroski (1995) chegou à mesma conclusão quando tentou validar esta equação para homens da região sul do Brasil. Não tem-se conhecimento da tentativa de validação do procedimento de Cohen (1986) no Brasil.

Pelas premissas anteriormente expostas no que refere-se a praticabilidade do uso de perímetros para estimar a densidade e/ou %G, e por existirem poucos estudos de validação dos procedimentos mencionados, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de verificar a possível validade da equação de Katch e McArdle (1973), que envolve três perímetros; e, o procedimento de Cohen (1986), que envolve dois perímetros, para estimar a densidade corporal e o %G, respectivamente, em militares masculinos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Mensurou-se 50 militares da 8ª Região de Circunscrição Militar, lotados na cidade de Santa Maria, RS.

A massa corporal e a estatura mensurou-se com precisão de 100 gr e 0,1 cm, respectivamente. Os perímetros corporais conforme padronização de Katch e McArdle (1973) e Cohen (1986).

A pesagem hidrostática realizou-se na posição grupada conforme descrito em Petroski (1995), observando os procedimentos sugeridos por Katch et al. (1967) e recomendações de Heyward (1991). Estimou-se o volume residual (VR) pela equação de Goldman e Becklake (1959), a qual considera a idade e estatura.

$$VR_{(l)} = 0,017 (\text{idade}_{\text{anos}}) + 0,027 (\text{estatura}_{\text{cm}}) - 3,477.$$

A densidade corporal mensurada (Dm) foi obtida pela equação seguinte.

$$Dm_{(g/ml)} = \frac{MC}{[(MC - PS) / Da] - (VR + 0,1)}$$

Onde: MC = Massa Corporal (kg).
PS = Peso Submerso na água (kg).
Da = Densidade da água.
0,1 = Constante de gás gastrointestinal (100 ml).

O percentual de gordura estimou-se pela equação de Siri (1961).

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

A massa de gordura (MG) e a massa corporal magra (MCM) foram obtidas pelas equações a seguir.

$$MG = MC_{(kg)} * (100 / \%G). \\ MCM_{(kg)} = MC - MG.$$

Este estudo de validação foi delimitado a equação de Katch e McArdle (1973) que envolve 3 perímetros corporais e ao procedimento de Cohen (1986).

Seguiu-se as sugestões de Lohman (1992) para a análise de validação, através dos cálculos do coeficiente de correlação linear de Pearson (r), teste t pareado (t), erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão de estimativa (EPE), onde:

Dm = Densidade mensurada pela pesagem hidrostática.

De = Densidade estimada por equação.

$$EC = Dm - De.$$

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

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

Para os cálculos estatísticos utilizou-se o SPSS/PC.

TABELA 1- % de gordura em homens pelos perímetros do abdômen (PAB, cm) e do pescoço.

PAB	PESCOÇO - cm													
	33,02	33,66	34,29	34,93	35,56	36,20	36,83	37,47	38,10	38,74	39,37	40,00	40,64	
63,5	6,3	5,5	4,7	3,9	3,1	2,3	1,5	0,7						
64,7	7,2	6,4	5,6	4,8	4,0	3,3	2,5	1,7	0,9	0,1				
66,0	8,2	7,4	6,6	5,8	5,0	4,2	3,4	2,6	1,8	1,0	0,2			
67,3	9,1	8,3	7,5	6,7	5,9	5,1	4,3	3,5	2,8	2,0	1,2	0,4		
68,5	10,0	9,2	8,4	7,7	6,9	6,1	5,3	4,5	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5	
69,8	11,0	10,2	9,4	8,6	7,8	7,0	6,2	5,4	4,6	3,8	3,0	2,3	1,5	
71,1	11,9	11,1	10,3	9,5	8,7	7,9	7,2	6,4	5,6	4,8	4,0	3,2	2,4	
72,4	12,9	12,1	11,3	10,5	9,7	8,9	8,1	7,3	6,5	5,7	4,9	4,1	3,3	
73,6	13,8	13,0	12,2	11,4	10,6	9,8	9,0	8,2	7,4	6,7	5,9	5,1	4,3	
74,9	14,7	13,9	13,1	12,4	11,6	10,8	10,0	9,2	8,4	7,6	6,8	6,0	5,2	
76,2	15,7	14,9	14,1	13,3	12,5	11,7	10,9	10,1	9,3	8,5	7,7	6,9	6,2	
77,5	16,6	15,8	15,0	14,2	13,4	12,6	11,9	11,1	10,3	9,5	8,7	7,9	7,1	
78,7	17,6	16,8	16,0	15,2	14,4	13,6	12,8	12,0	11,2	10,4	9,6	8,8	8,0	
80,8	18,5	17,7	16,9	16,1	15,3	14,5	13,7	12,9	12,1	11,4	10,6	9,8	9,0	
81,3	19,4	18,6	17,8	17,1	16,3	15,5	14,7	13,9	13,1	12,3	11,5	10,7	9,9	
82,6	20,4	19,6	18,8	18,0	17,2	16,4	15,6	14,8	14,0	13,2	12,4	11,6	10,9	
83,8	21,3	20,5	19,7	18,9	18,1	17,3	16,6	15,8	15,0	14,2	13,4	12,6	11,8	
85,1	22,3	21,5	20,7	19,9	19,1	18,3	17,5	16,7	15,9	15,1	14,3	13,5	12,7	
86,4	23,2	22,4	21,6	20,8	20,0	19,2	18,4	17,6	16,8	16,1	15,3	14,5	13,7	
87,6	24,1	23,3	22,5	21,8	21,0	20,2	19,4	18,6	17,8	17,0	16,2	15,4	14,6	
88,9	25,1	24,3	23,5	22,7	21,9	21,1	20,3	19,5	18,7	17,9	17,1	16,3	15,6	
90,2	26,0	25,2	24,4	23,6	22,8	22,0	21,3	20,5	19,7	18,9	18,1	17,3	16,5	
91,4	27,0	26,2	25,4	24,6	23,8	23,0	22,2	21,4	20,6	19,8	19,0	18,2	17,4	
92,7	27,9	27,1	26,3	25,5	24,7	23,9	23,1	22,3	21,5	20,8	20,0	19,2	18,4	
94,0	28,8	28,0	27,2	26,5	25,7	24,9	24,1	23,3	22,5	21,7	20,9	20,1	19,3	
95,3	29,8	29,0	28,2	27,4	26,6	25,8	25,0	24,2	23,4	22,6	21,8	21,0	20,3	
96,5	30,7	29,9	29,1	28,3	27,5	26,7	26,0	25,2	24,4	23,6	22,8	22,0	21,2	
97,8	31,7	30,9	30,1	29,3	28,5	27,7	26,9	26,1	25,3	24,5	23,7	22,9	22,1	
99,1	32,6	31,8	31,0	30,2	29,4	28,6	27,8	27,0	26,2	25,5	24,7	23,9	23,1	
100,3	33,5	32,7	31,9	31,2	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2	26,4	25,6	24,8	24,0	
101,6	34,5	33,7	32,9	32,1	31,3	30,5	29,7	28,9	28,1	27,3	26,5	25,7	25,0	
102,9	35,4	34,6	33,8	33,0	32,3	31,4	30,7	29,9	29,1	28,3	27,5	26,7	25,9	
104,1	36,3	35,6	34,8	34,0	33,2	32,4	31,6	30,8	30,0	29,2	28,4	27,6	26,8	
105,4	37,3	36,5	35,7	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,2	29,4	28,6	27,8	
106,7	38,2	37,4	36,6	35,8	35,1	34,3	33,5	32,7	31,9	31,1	30,3	29,5	28,7	
108,0	39,2	38,4	37,6	36,8	36,0	35,2	34,4	33,6	32,8	32,0	31,2	30,4	29,7	
109,2	40,1	39,3	38,5	37,7	36,9	36,1	35,4	34,6	33,8	33,0	32,2	31,4	30,6	
110,5	41,0	40,3	39,5	38,7	37,9	37,1	36,3	35,5	34,7	33,9	33,1	32,3	31,5	
111,8	42,0	41,2	40,4	39,6	38,8	38,0	37,2	36,4	35,6	34,9	34,1	33,3	32,5	
113,0	42,9	42,1	41,3	40,5	39,8	39,0	38,2	37,4	36,6	35,8	35,0	34,2	33,4	
114,3	43,9	43,1	42,3	41,5	40,7	39,9	39,1	38,3	37,5	36,7	35,9	35,1	34,4	
115,6	44,8	44,0	43,2	42,4	41,6	40,8	40,0	39,3	38,5	37,7	36,9	36,1	35,3	
116,9	45,7	45,0	44,2	43,4	42,6	41,8	41,0	40,2	39,4	38,6	37,8	37,0	36,2	
118,1	46,7	45,9	45,1	44,3	43,5	42,7	41,9	41,1	40,3	39,5	38,8	38,0	37,2	
119,4	47,6	46,8	46,0	45,2	44,5	43,7	42,9	42,1	41,3	40,5	39,7	38,9	38,1	
120,7	48,6	47,8	47,0	46,2	45,5	44,6	43,8	43,0	42,2	41,4	40,6	39,8	39,0	
121,9	49,5	48,7	47,9	47,1	46,3	45,5	44,7	44,0	43,2	42,4	41,6	40,8	40,0	
123,2	50,4	49,7	48,9	48,1	47,3	46,5	45,7	44,9	44,1	43,3	42,5	41,7	40,9	
124,5	51,4	50,6	49,8	49,0	48,2	47,4	46,6	45,8	45,0	44,2	43,5	42,7	41,9	
125,7	52,3	51,5	50,7	49,9	49,2	48,4	47,6	46,8	46,0	45,2	44,4	43,6	42,8	
127,0	53,3	52,5	51,7	50,9	50,1	49,3	48,5	47,7	46,9	46,1	45,3	44,5	43,7	

OBSERVAÇÃO: esta tabela apresenta %G para perímetros de pescoço até 50,17 cm e de abdômen até 127,0 cm. A mesma pode ser obtida na íntegra em Cohen (1986).

OBSERVAÇÃO: esta tabela apresenta %G para perímetros de pescoço até 50,17 cm e de abdômen até 127,0 cm. A mesma pode ser obtida na íntegra em Cohen (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 caracteriza-se a amostra do estudo através dos valores médios, desvios padrões, escores mínimos e máximos nas variáveis estudadas.

Através da Tabela 3 mostra-se os resultados da validação da equação de Katch e McArdle (1973) e do procedimento de Cohen (1986). Também, apresenta-se nesta tabela, os valores das densidades mensurada e estimada, %G mensurado e estimado, os valores da

Tabela 2 – Características descritivas da amostra (n = 50).

Variáveis	\bar{x}	s	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	20,26	2,04	19,00	27,00
Estatuta (cm)	173,06	6,56	157,0	187,50
Massa corporal (kg)	68,36	8,34	51,40	98,60
Densidade mensurada (g/ml)	1,0699	0,0108	1,04	1,09
% gordura mensurado	12,70	4,71	5,45	26,66
Massa gorda mensurada (kg)	8,87	4,16	3,29	26,28
MCM mensurada (kg)	59,49	6,14	48,11	74,45
Perímetro do pescoço (cm)	36,62	1,85	33,50	44,00
Perímetro do abdômen (cm)	79,29	6,25	69,00	104,00
Perímetro do antebraço (cm)	26,69	1,60	25,00	31,50
Perímetro do braço (cm)	27,72	2,15	23,20	35,00

correlação, teste t, erro constante, erro total e erro padrão de estimativa.

Inicialmente, na Tabela 3, pode-se verificar que os coeficientes de correlação entre as densidades mensurada e a estimada, e entre o %G mensurado e o estimado, apesar de serem altamente significativos são de magnitude média.

Evidenciou-se através do teste t pareado que o valor médio do %G obtido pelo procedimento de Cohen (1986) não difere significativamente do valor médio do %G mensurado, o que indica que este procedimento (Cohen) pode ser usado para estimar com acuracidade o %G em militares masculinos entre 19 e 27 anos. Não acontecendo o mesmo

com a equação de KATCH e McARDLE (1973).

Os desvios padrões da densidade e %G mensurados são maiores que os desvios padrões da densidade e %G estimados pela equação de Katch e McArdle (1973). O que sugere que a amostra do estudo não está totalmente representada através desta equação. Pois, conforme Jackson e Pollock (1978), quanto maior o desvio padrão, mais representativa será a equação. Ou seja, um menor desvio padrão indica que sujeitos magros tem sua quantidade de gordura superestimada, pela equação em questão, acontecendo o contrário com os bem mais gordos. Sendo assim, o procedimento de Cohen (1986) é o mais representativo para esta amostra de militares.

Tabela 3 – Validação da equação de Katch e McArdle (K&McA) e do procedimento de Cohen.

	\bar{x}	r	t	EC	ET	EPE
\bar{x} Dm = 1,0706 ± 0,0100 → (n = 47); \bar{x} %G derivado da Dm = 12,38 ± 4,35 → (n = 47)						
De: K&McA (n = 47)	1,0752 ± 0,0082	0,5991 ^a	3,72 ^a	-0,0045	0,0094	0,0080
%G: K&McA (n = 47)	10,42 ± 3,55	0,5953 ^a	-3,70 ^a	1,96	4,09	3,50
\bar{x} %G derivado da Dm = 12,70 ± 4,71 → (n = 50)						
%G: Cohen (n = 50)	13,74 ± 5,03	0,6802 ^a	1,88 ^b	-1,04	4,00	3,45

Onde: ^a (p < 0,001). ^b (p > 0,066).

Os valores obtidos para EC, ET e EPE para a equação de Katch e McArdle (1973) são superiores aos obtidos quando da proposição desta equação, bem como aos obtidos por Petroski (1995) quando realizou um estudo de validação cruzada desta equação envolvendo 116 homens. Petroski, neste mesmo estudo, não evidenciou validade desta equação para homens brasileiros. Os ECs, ETs, EPEs referentes ao procedimento de Cohen (1986) atendem os critérios de validação sugeridos por Lohman (1992); e, como o valor médio do %G obtido por este procedimento não diferiu estatisticamente do critério, então todos os critérios para validação foram atendidos. Levando-se em consideração estes aspectos e, pelo fato do procedimento de Cohen envolver somente dois perímetros corporais e não necessitar cálculos, é uma extraordinária alternativa para estimar a quantidade de gordura relativa em militares brasileiros.

CONCLUSÕES

Em função dos objetivos estabelecidos pode-se inferir que: a amostra do presente estudo se caracteriza por apresentar uma densidade mensurada média de 1,0706 g/ml e um %G médio de 12,70%; e, que o procedimento de Cohen (1986) estima com boa acuracidade o % de gordura em militares masculinos ou em outras amostras com características peculiares à deste estudo, com um erro padrão de estimativa de 3,45%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cohen, M. (1986). **O programa 3X de preparo físico do corpo de fuzileiros navais dos Estados Unidos: para homens e mulheres.** Rio de Janeiro: Ed. Record.
- Faulkner, J.A. (1968). Physiology of swimming and diving. In H. FALLS. (Ed.) **Exercise physiology.** Baltimore, Academic Press.
- Goldman, H.I. & Becklake, M.R. (1959). Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. **American Review Respiratory Disease**, 79, 457-467.
- Guedes, D.P. (1985). **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários.** Dissertação de Mestrado: UFSM, Santa Maria, RS.
- Guedes, D.P. & Sampedro, R.M.F. (1985). Tentativa de validação de equações para predição dos valores de densidade corporal com base nas espessuras de dobras cutâneas em universitários. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, 6(3),182-191.
- Heyward, V.H. (1991). **Advanced fitness assessment and exercise prescription.** II. Champaign: Human Kinetics Books.
- Jackson, A.S. & Pollock, M.L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, 40, 497-504.
- Katch, F.I. & McArdle, W.C. (1973). Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Human Biology**, 45(3), 445-454.
- Katch, F.I; Michael Jr, E.D. & Horvath, S.M. (1967). Estimation of body volume by underwater weighing description of a simple method. **Journal Applied of Physiology**, 23(5), 811-813.
- Lohman, T.G. (1992). **Advances in body composition assessment.** II. Champaign: Human kinetics Publishers.
- Petroski, É.L. (1995). **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos.** Tese de Doutorado. UFSM, Santa Maria, RS.
- Siri, W.E. (1961). Body composition from fluid space and density. In. J. Brozek & A. Hanschel.(Eds). **Techniques for measuring body composition.** Washington D.C., National Academy of Science.
- SPSS/PC. (1986). Inc. **SPSS/PC User's Guide.** - 2. ed. - New York: Ed. Mc Graw-Hill.
- Sloan, A.W. (1967). Estimation of body fat in young men. **Journal Applied of Physiology.** 23(3), 311-315.
- Yuhasz, M.S. (1962). **The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight.** Doctoral Thesis. Univ. of Illinois: Urbana, IL.

Endereço dos autores

Maria Fátima Glaner
Rua: Carlos Irineu Pieta, 232 – Erechim, RS
CEP: 99700-000