

**Artigo original**Maria Fátima Glaner¹
Ciro José Brito²**GORDURA CORPORAL EM JUDOCAS: VALIDAÇÃO CRUZADA DA EQUAÇÃO DE LOHMAN****BODY FAT IN JUDOKAS: CROSS-VALIDATION OF LOHMAN'S EQUATION****RESUMO**

Esportes de combate são disputados por categorias de peso. Quanto maior a proporção de massa magra por quilogramas de massa corporal, maior a capacidade de expressão da força de um lutador. Assim, a estimativa do percentual de gordura (%G) torna-se fundamental para a determinação da categoria em que o lutador irá competir. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a validade concorrente da equação de Lohman⁷ (EL) para estimar o %G em lutadores. A amostra foi composta por 30 judocas masculinos, residentes no Distrito Federal – Brasil, com médias de idade= 25,1±4,5 anos, massa corporal= 81,8±12,5 kg e estatura= 176,3±7,1 cm. A pesagem hidrostática (PH) foi usada como padrão ouro para a validação cruzada. Os critérios estatísticos usados foram os propostos por Lohman⁷ e a análise do escores residuais¹⁷. A correlação foi alta ($r= 0,80$) e significativa ($p\leq 0,0005$). O erro constante e erro padrão de estimativa foram inferiores a 3,5%. O $\%G_{EL} = 15,1\pm 4,7$ diferiu ($p\leq 0,0005$) do $\%G_{PH} = 11,9\pm 4,2$. A EL superestimou de forma significativa o %G. Os escores residuais mostraram a falta de concordância do $\%G_{EL}$ com o $\%F_{PH}$, chegando até 8,5%G. Sendo assim, a EL não apresentou validade concorrente para a amostra de judocas.

Palavras-chave: Composição corporal; Antropometria; Validade dos testes; Dobras cutâneas; Estudos de validação; Artes marciais.

ABSTRACT

Combat sports are disputed in weight categories. The greater the proportion of lean mass per kilogram of body mass, the greater a fighter's capacity to exert force will be. Therefore, estimating percentage body fat (%F) is of fundamental importance for deciding in which category a fighter will compete. Therefore, the objective of this study was to verify the cross-validity of Lohman's equation (LE)⁷ for the estimation of %F in fighters. The sample comprised 30 male judokas, resident in the Distrito Federal, Brazil and with a mean age of 25.1±4.5 years, mean body mass of 81.8±12.5 kg and mean height of 176.3±7.1 cm. Hydrostatic weighing (HW) was used as the gold standard for cross-validation. The statistical criteria employed were those proposed by Lohman⁷ with the addition of residual score analysis.¹⁷ Correlation was high ($r= 0.80$) and significant ($p\leq 0.0005$). Both the constant error and the standard error of estimation were less than 3.5%. The $\%F_{LE} (15.1\pm 4.7)$ was significantly different ($p\leq 0.0005$) from the $\%F_{HW} (11.9\pm 4.2)$. Lohman's equation significantly overestimated the %F. The residual scores demonstrated a lack of agreement between $\%F_{LE}$ and $\%F_{HW}$, of up to 8.5%F. This being so, Lohman's equation does not exhibit cross-validity for this sample of judokas.

Key words: Body composition; Anthropometry; Validity of tests; Skinfold thickness; Validation studies; Martial arts.

¹ Universidade Católica de Brasília, UCB-DF

² Bolsista da CAPES

INTRODUÇÃO

A composição corporal é a divisão da massa corporal total em diversos componentes, como massa muscular, massa gorda, massa óssea e massa residual. Diversos métodos são utilizados para mensurar estes componentes, do mais simples ao mais complexo, e cada um possui suas vantagens e desvantagens. Dentre os métodos utilizados para estimativa da composição corporal, as dobras cutâneas têm sido amplamente usadas. As vantagens deste método são: a validade perante a pesagem hidrostática (PH), a facilidade de aplicação e o baixo custo.

As dobras cutâneas sozinhas, ou em combinação com os perímetros e a idade são as variáveis mais utilizadas no desenvolvimento de equações para estimar a densidade corporal e/ou percentual de gordura¹. Entretanto, estas equações são específicas para a população de sua origem. Ao passo que a PH é considerada o padrão ouro, sendo adotada para a validação de outros métodos.

Em relação à composição corporal de judocas, há um grande interesse na estimativa da massa gorda ou percentual de gordura (%G). A predição deste permite ao judoca saber a possibilidade de redução de massa corporal com a finalidade de lutar em uma categoria inferior, sem que haja desidratação ou redução da massa muscular³. Lutadores acreditam que competindo em uma categoria inferior levam vantagens sobre os adversários, para isto, reduzem a massa corporal através de desidratação rápida pelo uso de laxantes, diuréticos, saunas e atividades com roupas impermeáveis⁴.

Em 1997, três atletas morreram desidratados quando reduziam a massa corporal para competirem na categoria de peso abaixo da qual se encontravam⁵. A partir destes acontecimentos, a NCAA – *National College Athletic Association*, entidade responsável pelas competições universitárias nos Estados Unidos da América do Norte, estabeleceu critérios para coibir estas práticas, que colocam em risco a vida dos atletas⁶. Dentre as regras estabelecidas, a NCAA exige que os atletas apresentem, no mínimo, 5%G corporal. Os métodos aceitos para a predição do %G são a PH ou a equação de Lohman⁷. Esta equação foi adotada por ser prática (apenas 3 dobras cutâneas) e apresentar baixo erro de predição⁴.

Desde o estabelecimento das regras pela NCAA, diversos estudos comprovaram a validade cruzada da equação de Lohman⁷ para lutadores norte-americanos⁸⁻¹⁰. Em um estudo¹¹, foi observado que as regras implantadas pela NCAA encorajaram a perda segura e saudável de massa corporal. Assim, como observado em lutadores norte-americanos, a monitoração do %G seria interessante para auxiliar lutadores brasileiros no planejamento e adoção de estratégias que visem a redução da massa corporal em longo prazo, evitando métodos que possam afetar a sua saúde.

No entanto, não se conhece a validade cruzada da equação de Lohman⁷ para a predição do %G em lutadores brasileiros. Portanto, este estudo teve por objetivo verificar a validade cruzada desta equação em judocas residentes no Distrito Federal, tendo como critério a PH.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

Trinta judocas, residentes no Distrito Federal, voluntariaram-se para realizar as medidas necessárias. Antes das mensurações eles assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando a publicação dos dados obtidos, desde que fosse mantido o anonimato. A amostra foi composta por judocas das diversas categorias de peso da Federação Internacional de Judô.

Os critérios de inclusão adotados para a seleção da amostra foram: ser do sexo masculino; ter 18 anos ou mais; estar competindo no corrente ano; ou ter participado de, pelo menos, uma competição nacional ou internacional no ano anterior.

Coleta de dados

Mensurou-se a estatura (ES) e a massa corporal (MC) em uma balança com estadiômetro acoplado (escala de 0,5 cm e resolução de 100g, respectivamente). Em seguida, foram medidas as dobras cutâneas tricipital, subescapular e abdominal de acordo com a metodologia proposta por Lohman⁷, usando um compasso Lange[®].

Posteriormente, mensurou-se o peso submerso (PS) através da PH. Para a obtenção do PS, foram realizadas de 6 a 12 pesagens, estando o sujeito em posição grupada conforme descrito em Petroski¹². Durante a mensuração cada judoca ficou apoiado em um trapézio de PVC, sustentado por uma corrente fixada na parte inferior da balança (capacidade de 15 kg e escala de 20 g).

O volume residual (VR), usado no cálculo da densidade corporal, foi estimado pela equação ($VR = 0,017(\text{idade}_{\text{anos}}) + 0,027(ES_{\text{cm}}) - 3,477$) de Goldman e Becklake¹³. Esta equação é a que melhor prediz esta variável em lutadores¹⁴.

A densidade corporal mensurada pela PH (D_{PH}) foi obtida através da equação: $D_{PH(g/mL)} = MC_{kg} \div [(MC_{kg} - PS_{kg}) \div Da - (VR_L + 0,1)]$, sendo: Da= densidade da água.

A densidade corporal estimada pela equação de Lohman⁷ (D_{EL}) foi calculada através da equação: $D_{EL(g/mL)} = 1,1030 - [0,000815(X3)] + [0,00000084(X3^2)]$, sendo: X3= somatório das dobras cutâneas tricipital, subescapular e abdominal.

As densidades foram transformadas em %G ($\%G_{PH}$ e $\%G_{EL}$) através da equação ($\%G = (457 \div D) - 412,4$) de Brozek *et al.*¹⁵. Adotou-se esta equação por ser a mesma utilizada em outros estudos⁸⁻¹⁰ de validação cruzada que envolveram a equação de Lohman⁷.

Análise estatística

Inicialmente, realizou-se a análise descritiva dos dados para a caracterização da amostra e o teste de normalidade (*skewness*). Para a validação cruzada, foram seguidos os critérios sugeridos por Lohman⁷: coeficiente de correlação linear de Pearson ($r > 0,79$; teste t pareado (t), onde $t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabelado}}$; e, erro padrão de estimativa (EPE) inferior a 3,5% para a predição do %G.

Para calcular o erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão de estimativa (EPE), foram usadas as mesmas fórmulas citadas em outro estudo¹⁶ com delineamento similar. Por fim, utilizou-se a análise dos escores residuais, baseada na proposta de Bland e

Altman¹⁷. Para a validação cruzada de equações de dobras cutâneas, o limite de 3,5% é aceitável⁷ e foi adotado neste estudo.

O nível de significância adotado foi $p \leq 0,01$. Os cálculos foram realizados no *software* SPSS, versão 14, com licença de uso para a Universidade Católica de Brasília.

RESULTADOS

A amostra foi composta por judocas das diversas categorias de peso da Federação Internacional de Judô, conforme apresentado na Tabela 1. As características descritivas destes judocas são apresentadas na Tabela 2, com os respectivos valores médios e de variabilidade da idade, massa corporal, estatura e %G. Os valores apresentados indicam heterogeneidade da amostra em todas as variáveis medidas.

Tabela 1. Distribuição da amostra (frequência) em relação as categorias de peso do judô.

| Categoria | Frequência |
|------------------------------|------------|
| Ligeiro (até 60 kg) | 0 (0%) |
| Meio leve (de 60 a 66 kg) | 5 (16,13%) |
| Leve (de 66 a 73 kg) | 4 (12,90%) |
| Meio médio (de 73 a 81 kg) | 8 (25,81%) |
| Médio (de 81 a 90 kg) | 6 (19,35%) |
| Meio pesado (de 90 a 100 kg) | 7 (22,58%) |
| Pesado (acima de 100 kg) | 1 (3,23%) |

Tabela 2. Idade e características antropométricas dos judocas.

| Variáveis | \bar{x} | Mínimo | Máximo |
|-------------------------|-----------------|--------|--------|
| Idade (anos) | 25,1 \pm 4,5 | 19 | 38 |
| Massa corporal (kg) | 81,8 \pm 12,5 | 65 | 116 |
| Estatura (cm) | 176,3 \pm 7,1 | 164 | 188 |
| % gordura _{PH} | 11,9 \pm 4,2 | 4,8 | 21,0 |

Os valores de *skewness* para o %G_{PH} e %G_{EL} foram -0,457 e -0,737, respectivamente, indicando normalidade das distribuições. Portanto, justifica o uso de testes paramétricos.

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros calculados para a validação cruzada da equação de Lohman⁷.

O %G_{EL} diferiu significativamente ($p \leq 0,0005$) do %G_{PH}, indicando que a equação superestimou o %G dos judocas. O mesmo pode ser observado na Figura 1, onde aproximadamente 37% dos judocas tiveram o %G superestimado. Os demais parâmetros atenderam os critérios de validação adotados⁷.

Tabela 3. Parâmetros para a validação cruzada da equação de Lohman⁷.

| %G _{PH} | %G _{EL} | r | R ² | EC | ET | EPE |
|------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|
| 11,9 \pm 4,2 | 15,1 \pm 4,7 ^a | 0,80 ^a | 0,64 | 3,2% | 4,2% | 2,6% |

%G= percentual de gordura; PH= Pesagem hidrostática; EL= equação de Lohman⁷; r= coeficiente de correlação; R²= coeficiente de determinação; EC= erro constante; ET= erro total; EPE = erro padrão de estimativa; ^a= ($p \leq 0,0005$).

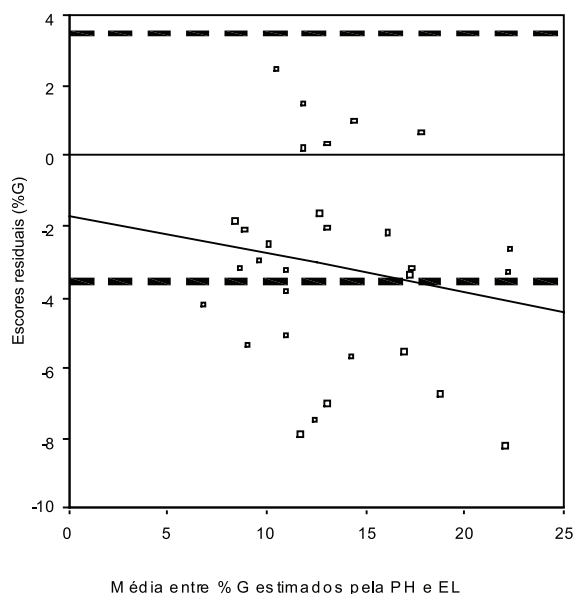


Figura 1. Análise dos escores residuais do percentual de gordura obtidos pela pesagem hidrostática e equação de Lohman (%G_{PH} - %G_{EL}) com a média do %G_{PH} e %G_{EL}. A linha inclinada indica a tendenciosidade entre a PH e a EL. As linhas pontilhadas superior e inferior representam o limite para validação (EPE < 3,5%).

DISCUSSÃO

A predição do %G de lutadores é uma preocupação da NCAA. Desde a morte de 3 lutadores, em 1997, se preparando para competir⁵, a NCAA implementou regras para dificultar a perda rápida de massa corporal em lutadores. Lutadores acreditam que levam vantagens sobre os adversários, quando lutam em categorias inferiores às que se encontram no período pré-competitivo. Para isto, lançam mão de diversos recursos ilícitos que possam resultar em rápida redução da massa corporal.

De acordo com as regras atuais da NCAA¹⁸, para competir, os atletas devem apresentar no mínimo 5% de gordura corporal. Dentre os métodos válidos está a EL⁷. Estudando sobre a desidratação e a mensuração do %G, Bartok *et al.*⁸ observaram em 22 lutadores que, a EL apresenta alta correlação com a PH quando os lutadores estão normohidratados. Entretanto, quando desidratados entre 2 a 5%, a EL tende a superestimar o %G. Desta forma, um atleta que esteja próximo ao mínimo recomendado (5%G) e reduza a massa corporal para lutar, poderá apresentar %G abaixo do limite permitido. Isto resultaria em desclassificação para a competição, demonstrando assim, a importância da estimativa acurada do %G para evitar a manipulação inadequada da massa corporal.

No Brasil, tem-se observado vários estudos que procuraram a validade concorrente de diversas equações, bem como outros que desenvolveram equações com amostras nacionais, tendo como critério a PH. No entanto, ainda existe uma saliente lacuna no que se refere ao desenvolvimento ou validação cruzada de equações para atletas. Assim, a necessidade de identificar um método acurado, prático e barato, para judocas brasileiros, pode auxiliar na escolha de práticas seguras na perda de massa corporal, para lutar em

categorias de menor peso.

De acordo com os critérios adotados, os resultados aqui obtidos apontam que a equação de Lohman⁷ não apresentou validade concorrente para estimar o %G dos judocas, apesar da correlação ser alta e o EC e EPE serem inferiores a 3,5%. Os escores residuais além de apontarem que a equação de Lohman⁷ superestimou o %G, também indicam que, aproximadamente, 37% dos judocas tiveram o %G_{EL} até 8,5% maior em relação ao %G_{PH}. Se adotada esta equação, o judoca poderá ter prejuízos no seu treinamento. Por exemplo, ao ser estimado 5%G (3,26 kg de massa gorda), de um judoca com 65,5 kg de massa corporal, o atleta não se preocupará em diminuir esta, pois está dentro da sua categoria de peso (meio leve: 60 a 66 kg). Se acrescido a esse 5%G mais 4%, resulta em 9%G, que corresponde neste mesmo atleta a 5,9 kg de massa gorda. Conseqüentemente, ele poderá deixar de fazer um treinamento, visando ganho muscular, com medo que sua massa corporal aumente e, assim, passaria para a categoria leve (66 a 73 kg). Desta forma, os 2,6 kg de massa gorda permanecem acumulados, quando esta quantia poderia ser massa muscular.

Os resultados deste estudo estão de acordo com os obtidos por Utter *et al.*¹⁹, no qual uma amostra heterogênea (77,1±13,2 kg) de 66 lutadores da primeira divisão da NCAA apresentou o %G_{EL} maior em relação PH e à pletismografia (12,4±4,6% vs. 11,3±4,8% e 11,0± 5,3%, respectivamente). Entretanto, outros estudos realizados com lutadores norte-americanos de luta olímpica^{6,9,10} validaram a equação de Lohman⁷. Dois estudos^{6,10} observaram que a equação é válida para lutadores da primeira divisão da Universidade de Wisconsin, tendo como critério a PH e o modelo de 4 componentes (neste modelo a água corporal foi estimada por impedância bioelétrica; a massa óssea por absorptometria de raio-x de dupla energia e a densidade corporal por PH).

A origem da equação de Lohman⁷ pode ser um dos fatores que contribuiu para a não validade concorrente. As equações de Lohman⁷ foram validadas para praticantes de luta olímpica (greco-romana e estilo livre)⁹ e não para judocas. Entretanto, as demandas físicas e fisiológicas se equivalem entre estas modalidades de luta³. Desta forma, estudos desenvolvidos na luta olímpica podem também ser válidos para o judô.

Diferenças étnicas também podem ter influenciado nos resultados deste estudo. As caracterizações étnicas foram feitas por declarações dos próprios voluntários, de acordo com a metodologia adotada por Millard-Stanford *et al.*²⁰. Da amostra total, 3 se declararam afro-brasileiros, 4 nipo-brasileiros e 23 latino-americanos. A validação cruzada da EL⁷ foi realizada em homens brancos. Este fator pode ter contribuído para que a EL tenha superestimado o %G em relação à PH, uma vez que, nenhum voluntário se declarou branco.

Em um estudo²¹ sobre %G em diferentes etnias, observou-se homogeneidade em relação ao %G em uma amostra de homens portorriquenhos, asiáticos, negros e brancos. Em outro estudo²⁰ foi evidenciado que a raça somente não interfere na densidade da massa magra e %G de homens. Entretanto, quando submetidos a treinamento de força, negros tenderam a apresentar maior densidade da massa magra em relação aos brancos.

Como os fatores étnicos interferem na composição

corporal, possivelmente, estes podem ter contribuído para que a equação de Lohman⁷ não apresentasse validade cruzada para a estimativa do %G em judocas residentes no Distrito Federal. De acordo com Lohman⁷, suas equações deverão ser modificadas para serem utilizadas em lutadores hispânicos ou negros.

CONCLUSÃO

O presente estudo verificou que a equação de Lohman⁷ não apresentou validade cruzada, para estimar o %G de judocas residentes no Distrito Federal, apesar do EPE e coeficiente de correlação serem aceitáveis. Por se tratar de um esporte disputado em categorias de peso, a estimativa mais acurada do %G pode determinar as práticas de oscilação entre categorias. Sabendo das possibilidades de redução do %G, os judocas poderiam realizar mudanças de categoria de peso de maneira segura, sem danos à sua saúde. Futuros estudos deveriam centrar-se na elaboração de equações específicas para lutadores brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Glaner MF, Rodriguez-Añez 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.
2. Stewart AD. Assessing body composition in athletes. *Nutr* 2003; 17(7):694-695.
3. Franchini E. *Judô: desempenho competitivo*. 1. ed. Barueri: Manole, 2001.
4. Wagner DR. Body composition assessment and minimal weight recommendations for high school wrestlers. *J Athl Training* 1996; 31(3):262-265.
5. CDC – Center of Disease Control. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers – North Carolina, Wisconsin and Michigan. *JAMA* 1998; 279(11):824-825.
6. Clark RR, Bartok C, Sullivan JC, Schoeller DA. Minimum weight prediction methods cross-validated by the four-component model. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(4):639-647.
7. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign: Human kinetics, 1992.
8. Bartok C, Schoeller DA, Clark RR, Sullivan JC, Landry GL. Effect of dehydration on wrestling minimum weight assessment. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(1):160-167.
9. Clark RR, Oppliger RA, Sullivan JC. Cross-validation of the NCAA method to predict body fat for minimum weight in collegiate wrestlers. *Clin J Sport Med* 2002; 12(5):285-290.
10. Clark RR, Sullivan JC, Bartok C, Schoeller DA. Multicomponent cross-validation of minimum weight prediction for college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(2):342-347.
11. Oppliger RA, Nelson Steen SA, Scott JR. Weight loss practices of college wrestlers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003; 13(1):29-46.
12. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para 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.
13. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values at median altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Tuberc* 1959; 79(4):457-467.
14. Goss FL, Robertson RJ, Swan PD, Harris GS, Trone

- GA, Dube JJ, Utter AC. Comparison of measured and predicted residual lung volume in determining body composition of collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res* 2004;18(2):281-285.
15. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Annals. N.Y. Academy Sci* 1963; 110:113-140.
16. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7(1):5-11.
17. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986;1(8476):307-310.
18. NCAA – National Collegiate Athletic Association. NCAA Wrestling rules and interpretations 2006. 2006. Disponível em < www.ncaa.org >, [2006 jul 10].
19. Utter AC, Nieman DC, Mulford GJ, Tobin R, Schumm S, Mcinnis T, Monk JR. Evaluation of leg-to-leg BIA in assessing body composition of high-school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(8):1395-1400.
20. Millard-Stanford ML, Collins MA, Modlesky CM, Snow TK, Roskopf LB. Effect of race and resistance training status on the density of fat-free mass and percent fat estimates. *J Appl Physiol* 2001;91:1259-1268.
21. Mott JW, Wang J, Thornton JC, Allison DB, Heymsfield SB, Pierson Jr. RN. Relation between body fat and age in 4 ethnic groups. *Am J Clin Nutr* 1999;69:1007-1013.

Endereço para correspondência

Maria Fátima Glaner
Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física
Universidade Católica de Brasília
QS 07 – Lote 1
CEP: 70790-160 - Taguatinga – Distrito Federal
Email: mfglaner@ucb.br

Recebido em 06/02/07
Revisado em 21/03/07
Aprovado em 25/03/07