

Comparação dos métodos de bioimpedância e equação de Faulkner para avaliação da composição corporal em desportistas

Luciana Rossi, Júlio Tirapegui*

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas,
Universidade de São Paulo

O uso da bioimpedância elétrica (BIA) na avaliação da composição corporal vem crescendo nas academias, laboratórios e consultórios. Porém, sua validação deve ser analisada primeiro em relação a populações específicas e segundo frente a outros métodos tradicionalmente empregados (equação de Faulkner). Nossos resultados, utilizando desportistas, apontam diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) no percentual de gordura, quando utilizados dois aparelhos diferentes de BIA e equação de Faulkner. Apesar de dispor de ampla literatura a respeito, no caso específico da população empregada em nosso estudo, não há um consenso científico acerca do método mais adequado para monitorização nutricional e física de indivíduos freqüentadores de academia e classificados como desportistas.

Unitermos:

- Bioimpedância
- Antropometria
- Composição corporal, avaliação
- Desportista
- Atividade física

*Correspondência:

J. Tirapegui
Depto. de Alimentos e Nutrição
Experimental
FCF-USP
Caixa Postal 66335
05389-970 - São Paulo - SP
E-mail: tirapegu@usp.br

INTRODUÇÃO

Observa-se, atualmente, o crescente interesse pela prática regular de atividade física. Dentro do atendimento nutricional em academia três grupos distintos podem ser identificados: 1º) indivíduos cujo IMC (índice de massa corpóreo) se encaixa em padrões de normalidade, isto é, 19-25 kg/m² entre 19-34 anos, e 21-27 kg/m², para aqueles acima de 35 anos (Guedes, Guedes, 1998); 2º) indivíduos cujo IMC se situa acima dos padrões de normalidade e 3º) indivíduos que independentemente do IMC possuem uma patologia associada (diabetes, problemas cardíacos, reabilitacionais, entre outros). O tratamento nutricional para cada grupo varia com a reeducação alimentar, associada ou não à redução ponderal, alterações na composição corporal, estética, melhora na qualidade de vida, redução de estresse, melhora na condição cardiovascular, redução no consumo de medicamentos (Raglin, 1990), etc. Apesar dos diferentes objetivos, estes indivíduos podem, com a prática regular de atividade esportiva,

sem finalidade competitiva, e com os objetivos já mencionados, ser classificados como desportistas (portaria nº 80/95 - SVS/MS de 19/09/95).

Para este crescente público, o atendimento e a monitorização nutricional vêm crescendo e os métodos de avaliação da composição corporal tornam-se cada vez mais acessíveis, sendo importante a correta orientação no seu emprego (Mattar, 1995). É fundamental, quando da admissão em um programa de atividade física regular, na academia, clube ou outro local adequado, a avaliação física, antropométrica e nutricional, procurando, assim, sinergismo nos objetivos a serem alcançados e adequada monitorização dos benefícios. A avaliação antropométrica permitirá avaliar os principais componentes estruturais do corpo humano, cujo enfoque no meio científico tem se concentrado na determinação da massa gorda e da massa magra (Carvalho, Neto, 1999). As diferenças, em ambos os sexos, destes componentes corporais foram estudadas já no início da década de 40 pelo Dr. Albert Behnke, médico da marinha americana (Katch, McArdle, 1996), e

ainda hoje esta área vem crescendo com a sofisticação dos métodos e alcançando grupos populacionais cada vez mais específicos (atletas, crianças, idosos, desportistas, etc.). Um forte aliado atualmente é a bioimpedância elétrica, porém seu uso precisa ser cuidadosamente validado (Baumgartner *et al.*, 1988).

Outros métodos disponíveis não são totalmente satisfatórios para todos os propósitos. A pesagem hidrostática é um dos métodos mais baratos, porém de difícil aplicação em alguns grupos como crianças e idosos, requer pessoal treinado e alto grau de colaboração do indivíduo. Esse método, apesar de ser considerado um “padrão ouro” na determinação da composição corporal é impraticável em locais como academias e consultórios. Já a antropometria, incluindo as medidas de dobras cutâneas com compassos ou equipamentos ultra-sônicos, é útil e praticável em estudos de campo, mas sua acuidade é limitada devido à validação das diversas equações existentes (Gibson, 1990). Recentemente, o interesse tem aumentado na aplicação da bioimpedância elétrica (BIA), como método barato, portátil e seguro na estimativa da composição corporal e totalmente aplicável em estudos de campo (Lobo *et al.*, 1996). A BIA tem considerável potencial, quando usada individualmente ou em combinação com a antropometria, porém o uso simplista do método pode levar a erros na sua aplicação e validade.

Este trabalho teve como objetivo analisar primeiro a validade da bioimpedância elétrica tetrapolar, utilizando dois aparelhos de fabricantes distintos, que empregam abordagens diferentes no posicionamento dos eletrodos, isto é, a BIA_t (mão e pé) e BIA_f (“foot to foot”) e segundo, comparar os resultados obtidos do percentual de gordura (BIA) com aqueles da equação de Faulkner, que é tradicionalmente e amplamente utilizada em academias para a análise da composição corporal de desportistas adultos. Para efeitos de comparação o padrão considerado foi a BIA_t.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados 20 indivíduos (15 mulheres e 5 homens) adultos, freqüentadores de academia, que passaram pela avaliação nutricional. Para a realização das medidas antropométricas e de bioimpedância, as seguintes recomendações prévias eram exigidas:

1. Evitar o consumo de cafeína e álcool, 24 horas antes da consulta;
2. Não realizar atividade física ou refeição pesada, pelo menos 4 horas antes;
3. Suspender medicação diurética 24 horas antes, exceto

para pacientes hipertensos, sob controle médico (informar uso de medicamento);

4. No caso de mulheres, evitar realizar a consulta no período pré-menstrual;
5. Excluir os indivíduos portadores de marcapasso ou gestantes, nos quais o teste de BIA é totalmente contraindicado.

a) Medidas antropométricas

- Altura: medida com antropômetro, com precisão de 0,1 mm.
- Peso corporal total: balança eletrônica Tanita modelo 2001, com precisão de 0,2 kg.
- Dobras cutâneas: medidas com compasso de pregas cutâneas do tipo Lange (precisão 0,1 mm) em quatro pontos anatômicos (tríceps, subescapular, suprailíaca e abdominal), conforme Petroski (1999).

b) Bioimpedanciometria

- Aparelho de bioimpedância tetrapolar da *Biodynamics*, modelo 310 (BIA_t), cuja colocação dos eletrodos obedeceu à seguinte orientação: pé direito, eletrodo distal na base do dedo médio e o proximal entre os maléolos medial e lateral e mão direita, eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal coincidindo com o processo estilóide. Foi observada a distância entre os eletrodos acima de 5 cm e o indivíduo em posição de decúbito dorsal com pé e mão direitos ligeiramente afastados do tronco.
- Balança eletrônica *Tanita* modelo 2001B-W (BIA_f), específica para indivíduos que pratiquem menos de 10 horas de atividade física semanal, com bioimpedância “foot to foot” (pés): o indivíduo era instruído para correta colocação dos pés na plataforma base da balança.

Aos resultados obtidos de cada metodologia uma análise correlacional assim como teste t foram aplicados como tratamento estatístico para posterior discussão.

RESULTADOS

Para caracterizar o nível de atividade física da amostra estudada foi realizado um levantamento na distribuição das 24 horas em atividades cotidianas, profissionais e físicas. Assim, com os resultados da Tabela I pode-se caracterizar o perfil da amostra como sendo de desportistas. As principais atividades físicas praticadas estão apresentadas na Figura 1.

TABELA I - Média e desvio padrão da distribuição das diferentes atividades ao longo de 24 horas da amostra de 20 indivíduos

	Atividades Físicas* (h)	Atividades Cotidianas (h)	Atividades Profissionais (h)
Média (n=20)	1,33	13,06	9,09
Desvio Padrão	0,41	1,43	1,42

*no mínimo 3 vezes/semana.

As características da amostra de 20 desportistas, estão apresentadas na Tabela II.

A Tabela III apresenta a média e o respectivo desvio padrão da amostra de 20 desportistas em relação ao percentual de gordura calculado através da equação de Faulkner (1968) e aquele determinado pela bioimpedância tetrapolar (BIAt) e “foot to foot” (BIAf), assim como a correlação entre os métodos. O percentual de hidratação da massa muscular também é fornecido, pois segundo Lobo *et al.* (1996) e o próprio manual do fabricante, os resultados obtidos por meio da BIA são confiáveis se este percentual se situa entre os limites de 69,5 e 74,5%.

DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela III, os métodos de BIAt e BIAf mostram alta correlação ($r=0,94$) e não há diferença estatística ($p<0,05$) entre os valores obtidos, sendo que a BIAf tende a superestimar o percentual de gordura, quando comparado ao BIAt. Para a BIAt e Faulkner temos que a correlação foi média ($r=0,64$), sendo que os valores obtidos por Faulkner tendem a subestimar significativamente ($p<0,05$) o percentual de gordura, quando comparado com BIA. A determinação do percentual de gordura por Faulkner possui melhor correlação com BIAf ($r=0,72$) do que com BIAt ($r=0,64$), mas ainda assim a correlação entre os métodos é menor. O método antropométrico de determinação da gordura corporal por Faulkner foi escolhido por ser o mais utilizado em programas computacionais e academias. Suas vantagens incluem: fácil localização e avaliação das quatro dobras cutâneas, exigir apenas um avaliador treinado e um compasso de dobras cutâneas, ser pouco dispendioso e prático. Porém, sua validação para desportistas de ambos os sexos e faixas etárias, por se tratar de uma equação específica, é necessária, uma vez que a população utilizada no estudo de Faulkner foram nadadores jovens (18-25 anos) do sexo masculino (Petroski, 1999). Eliakim *et al.*

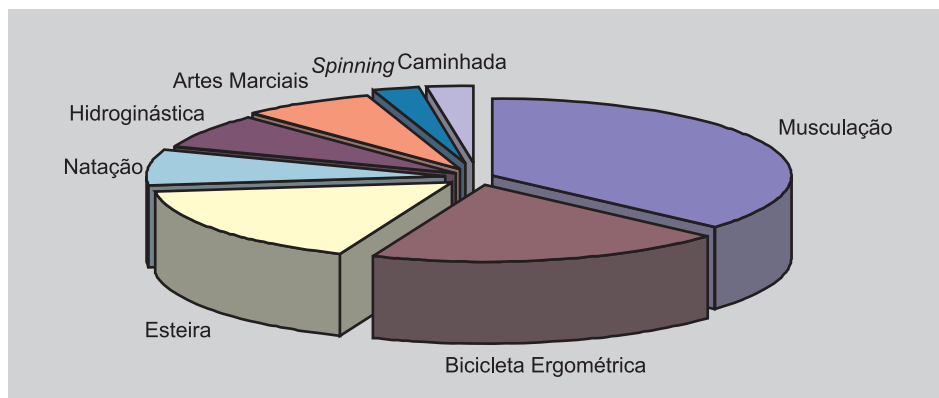


FIGURA 1 - Principais atividades físicas praticadas pelos desportistas.

TABELA II - Média e desvio padrão da amostra de 20 desportistas em relação à idade, altura, peso e índice de massa corporal

	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)
Média (n=20)	30,76	1,65	64,00	23,31
Desvio Padrão	10,18	0,07	13,34	3,93
Min - Máx	17 - 49	1,59 - 1,84	48,2 - 96,4	18,37 - 35,41

TABELA III - Média e desvio padrão do percentual de gordura dos 20 desportistas obtidos através dos diversos métodos, e sua correlação com a BIA_t

	% gordura BIA _t	% gordura BIA _f	% gordura Faulkner ²	% H ₂ O muscular
Média (n=20)	23,71	25,40	16,30#	70,07
Desvio-Padrão	7,95	8,36	4,26	1,90
Min - Máx	7,8 – 40,5	14,0 – 44,0	11,18 – 28,37	69,7 – 74,4
Correlação	1,0 ¹	0,94	0,64	-

¹Padrão de comparação.

²5,783 + 0,15Σ(tríceps, subescapular, suprailíaca e abdominal)

#diferença estatística (p<0,05) em relação a BIA_t e BIA_f

(2000) utilizaram a somatória das mesmas quatro dobras cutâneas empregadas em nosso estudo, e BIA, e encontraram para dançarinas uma correlação de r=0,48 entre os dois métodos. Janssen *et al.* (2000) desenvolveram uma equação utilizando BIA para indivíduos caucasianos e encontraram que a mesma era aplicável para a população hispânica e afro-americana, porém subestimava a massa magra em asiáticos. Swan e McConnell (1999) investigaram a acuidade de cinco equações antropométricas e três de BIA em mulheres com diferentes padrões de acúmulo de gordura corporal (abdominal e sub-abdominal); os autores encontraram que para aquelas com padrão abdominal três das cinco equações antropométricas e duas com BIA superestimavam o percentual de gordura por cerca de 5 a 6%, fazendo com que os autores concluíssem que para mulheres com este perfil, nem todas as equações são adequadas, sejam elas baseadas em antropometria, sejam em BIA, necessitando para esta população uma pré-validação metodológica.

Ainda alguns cuidados devem ser considerados para a utilização da BIA. São eles: cuidados fisiológicos, pois por se basear em um princípio elétrico, devem ser evitadas situações que provoquem variações no estado hídrico do indivíduo, como edema, menstruação, desidratação, ingestão de cafeína e álcool, atividade física; cuidados operacionais, como lado do hemicorpo utilizado, correta colocação e espaçamento dos eletrodos nos pontos anatômicos (Cornish, 1999), posicionamento do avaliado, que, entre outros fatores podem evitar a obtenção de resultados pouco confiáveis (Lukaski, 1999). A bioimpedância “foot to foot” é um método ainda mais prático, pois os problemas operacionais são suprimidos, uma vez que o indivíduo realiza o teste descalço em locais definidos na plataforma para colocação dos pés (eletrodos) (Utter *et al.*, 1999).

Neste estudo, devido a problemas operacionais, não foi realizado nenhum dos métodos considerados pela lite-

ratura da área como “padrão ouro”, como é o caso da pesagem hidrostática, tomografia computadorizada, entre outros. Este fato limita nossas observações acerca da metodologia mais apropriada para ser empregada na determinação da composição corporal no caso específico de desportistas, revelando que há, conforme mostrado na Tabela III, diferenças estatisticamente significativas no percentual de gordura corporal obtido por meio dos métodos de BIA e Faulkner. Contudo, estes dados abrem espaço para a necessidade de maior questionamento acerca dos métodos já estabelecidos e amplamente difundidos (equações antropométricas) frente a novas propostas de avaliação (BIA), que, entretanto, precisam ser validadas com métodos mais fidedignos para obtenção da composição corporal de diferentes populações (Carvalho e Neto, 1999; Ribeiro *et al.* 1998; Rossi *et al.*, 1999). Segundo Petroski (1999), dentre os principais objetivos para se estimar corretamente esses valores encontram-se: identificar e promover o entendimento dos riscos de saúde associados aos níveis baixos ou altos de gordura corporal total; identificar os riscos de saúde associados ao acúmulo excessivo de gordura intra-abdominal; monitorar as alterações na composição corporal associadas a certas patologias; determinar a efetividade das intervenções nutricionais e exercícios na alteração da composição corporal; estimar o peso ideal de atletas e não-atletas; prescrever dietas e exercícios e acompanhar o crescimento, desenvolvimento, maturação e as alterações na composição corporal relacionados à idade.

CONCLUSÕES

Nosso trabalho teve como objetivo fazer a comparação entre dois métodos que embora empreguem o mesmo princípio para determinação da composição corporal, a bioimpedância corporal, utilizam abordagens diferentes no posicionamento dos eletrodos e, ainda, estes resultados

(% gordura) com aqueles obtidos por meio da equação de Faulkner. Embora tenha se encontrado forte correlação entre os métodos de BIA e menor correlação destes com a equação de Faulkner, não podemos afirmar que estes métodos sejam fidedignos para a avaliação de desportistas, sem antes uma validação com padrões mais cientificamente estabelecidos. Ainda, a literatura a respeito, embora ampla, parece apontar mais para os possíveis erros que podem ser cometidos no uso simplista destes métodos do que uma validação para a população do estudo em questão.

ABSTRACT

Comparison of bioelectric impedance and Faulkner equation methods for the evaluation of sportsmen body composition.

The use of bioelectric impedance (BIA) in the evaluation of body composition has been growing in the clubs, laboratories and medical offices. Notwithstanding, its validation should be analyzed firstly related with particular populations and compared with other traditionally used methods (Faulkner equation). Our results, using sportsmen, show a statistically significant difference ($p < 0.05$) in the fat percentile when using two different BIA equipment's and the Faulkner equation. Despite that there exist an extensive related literature, in the specific case of the population used in our study there is no scientific consensus about the method to be used for the physical and nutritional monitoring of sportsmen.

UNITERMS: Bioelectric impedance. Anthropometry. Body composition. Assesment. Physical activity. Sportsmen.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à FAPESP e CAPES pelos auxílios e bolsa ortogados. Ao professor Nelson Nardo Jr. pelo auxílio na discussão dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMGARTNER, R., CHUMLEA, W. C., ROCHE, A. F. Bioelectric impedance phase and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.48, p.16-23, 1988.
- CARVALHO, A. B. R., NETO, C. S. P. Composição corporal através dos métodos de pesagem hidrostática e impedância biolétrica em universitários. *Rev. Bras. Cineant. Desemp. Hum.*, v.1, n.1, p.18-23, 1999.
- CORNISH, B. H., JACOBS, A., THOMAS, B. J., WARD, L. C. Optimizing electrodes sites for segmental bioimpedance measurements. *Physiol. Meas.*, v.20, n.3, p.241-250, 1999.
- ELIAKIM, A., ISH-SHALOM, S., GILADI, A., FALK, B., CONSTANTINI, N. Assessment of body composition in ballet dancers: correlation among anthropometric measurements, bio-electrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Int. J. Sports Med.*, v.21, n.8, p.589-601, 2000.
- FAULKNER, J. A. *Physiology of swimming and diving*. Baltimore: Academic Press, 1968. p.415-446.
- GUEDES, D. P., GUEDES, J. E. R. P. *Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição*. Londrina: Midiograf, 1998. 311p.
- GIBSON, R. S. *Principles of nutritional assessment*. New York: Oxford University Press, 1990. 691p.
- JANSSEN, I., HEYMSFIELD, S. B., BAUMGARTNER, R. N., ROSS, R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J. Appl. Physiol.*, v.89, n.2, p.465-471, 2000.
- KATCH, F. I., McARDLE, W. D. *Nutrição, exercício e saúde*. Porto Alegre: Ed. Médica e Científica, 1996. 657p.
- LOBO, H. A., BAXTER, Y. C., KISS, M. A. P. D. M., CARAZZATO, J. G., GAGLIARDI, J. F. L., PERROUT, J. L. Estudo comparativo de avaliação da composição corporal pelos métodos antropométrico, bioimpedanciometria e hidrodensitometria em atletas masculinos competitivos de judô. *Rev. Bras. Med. Esport.*, v.2, n.1, p.3-6, 1996.
- LUKASKI, H. C. Requeriments for clinical use of bioelectrical impedance analysis (BIA). *Ann. NY Acad. Sci.* v. 873, n.20, p.72-76, 1999.
- MATTAR, R. Avaliação da composição corporal por bioimpedância: uma nova perspectiva. *Âmbito Med. Esport.*, v.11, n.13, 22-24, 1995.

- PETROSKI, E. L. *Antropometria: técnicas e padronizações*. Porto Alegre: Pallotti, 1999. 144p.
- RAGLIN, J. S. Exercise and mental health: beneficial and detrimental effects. *Sports Med.*, v.9, n.6, p.323-329, 1990.
- RIBEIRO, S. M. L., TIRAPEGUI, J., LANCHAJÚNIOR, A. H., MORETTI, K., SILVA, R. C. Avaliação nutricional de atletas de basquetebol portadores de deficiência física: a controvérsia da antropometria. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, v.34, n.1, p.19-21, 1998.
- ROSSI, L., SILVA, R. C., TIRAPEGUI, J. Avaliação nutricional de atletas de karatê. *APEF*, v.14, n.1, p.40-49, 1999.
- SWAN, P. D., McCONNELL, K. E. Anthropometry and bioelectrical impedance inconsistently predicts fatness in women with regional adiposity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31, n.7, p.1068-1075, 1999.
- UTTER, A. C., NIEMAN, D. C., WARD, A. G., BUTTERWORTH, D. E. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.69, p.603-607, 1999.

Recebido para publicação em 14 de fevereiro de 2001.